

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-177106

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月30日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> 識別記号

G 0 2 B 5/02

5/08

5/30

G 0 2 F 1/1335

5 2 0

F I

G 0 2 B 5/02

5/08

5/30

G 0 2 F 1/1335

C

Z

5 2 0

審査請求 未請求 請求項の数30 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願平8-331268

(22) 出願日 平成8年(1996)12月11日

(31) 優先権主張番号 特願平7-322028

(32) 優先日 平7(1995)12月11日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平8-275150

(32) 優先日 平8(1996)10月17日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 塩見 誠

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 谷口 幸治

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 津田 和彦

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

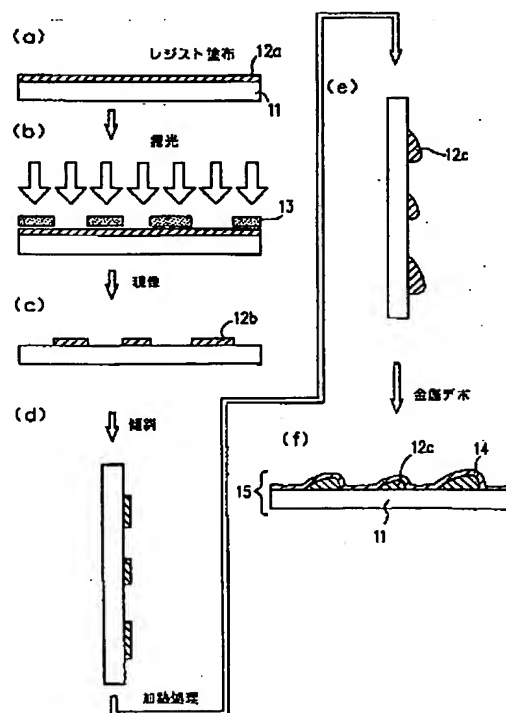
(74) 代理人 弁理士 山本 秀策

(54) 【発明の名称】 反射板並びに反射型液晶表示装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 良好な反射特性を有する反射板と、その反射板を備えた明るい反射型液晶表示装置とを提供する。

【解決手段】 反射板15は、ガラス基板11の上に非対称の凸部12cが形成され、その凸部12cを覆って金属薄膜14が形成されている。凸部12cは、反射光を特定の角度範囲に集中させる形状となっている。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも基板と金属薄膜とから構成された反射板であって、該基板と該金属薄膜との間に、非対称な断面を有する凸部または凹部が形成され、反射光を特定の方向に集中させる構成となっている反射板。

【請求項2】 前記凸部または凹部の前記基板に対する傾斜角分布が、該基板の表面上の少なくとも1つの軸に関して非対称であり、かつ、該基板の表面上の少なくとも1つの軸方向から観察した状態において全ての凸部または凹部についての傾斜角分布が非対称である請求項1に記載の反射板。

【請求項3】 前記凸部または凹部における、前記反射光を特定の角度範囲に集中させる部分が、基板を厚み方向に切断したときの断面において、曲線となっている請求項1または2に記載の反射板。

【請求項4】 前記凹部または凸部の、前記基板表面と平行な方向での断面形状が、円または正 $n$ 角形( $n=4$ より大きい整数)でない請求項1に記載の反射板。

【請求項5】 前記凹部または凸部の、前記基板表面と平行な方向での断面形状において、少なくとも1つの線対称となる軸が存在する請求項1または4に記載の反射板。

【請求項6】 複数の前記凹部または凸部が、各々の方向を互いに平行移動した状態で、かつ、各々の位置をランダムにして配置されている請求項1または4に記載の反射板。

【請求項7】 複数の前記凹部または凸部が、前記線対称となる軸を基板上下方向と平行となる様に配置している請求項1、4または5に記載の反射板。

【請求項8】 液晶を含む表示媒体を挟んで一方に基板が、他方に請求項1から7のいずれか一つに記載の反射板が設けられている反射型液晶表示装置。

【請求項9】 前記表示媒体が、表示画素部分の液晶を高分子層が取り囲む構造を持つ請求項8に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項10】 基板上に金属薄膜が形成されてなる反射板上に、絶縁層および透明電極層が形成されている請求項8または9に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項11】 前記反射板が、画素外部分で盛り上がった断面形状となっている請求項9または10に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項12】 前記反射板の金属薄膜が、表示画素の形状に一致して形成されている請求項9または11に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項13】 表示画素の形状に一致して形成された金属薄膜の隣合うもの同士が、透明導電体または細い金属薄膜によって接続されている請求項12に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項14】 表示画素の形状に一致して形成された金属薄膜が、ストライプ状に接続されている請求項13

に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項15】 表示画素の形状に一致して形成された金属薄膜が、ストライプ状に接続されていて、該金属薄膜を有する反射板の上に配向層が形成されている請求項9に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項16】 前記表示媒体がSTN配向の液晶層であり、該液晶層のコントラストの良い視角方向が、非対称に形成された反射板の反射方向に一致している請求項8から15のいずれか一つに記載の反射型液晶表示装置。

【請求項17】 ペン入力用タッチパネルを具備する請求項16に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項18】 前記ペン入力用タッチパネルにおけるペン入力時の視線方向のコントラストが高いように、前記液晶層が設けられている請求項17に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項19】 非対称な断面を有する凸部または凹部を基板上に形成する工程と、

該凸部または凹部を覆うように金属薄膜を形成する工程と、を包含する反射板の製造方法であって、該金属薄膜は、特定の方向に光を反射する、反射板の製造方法。

【請求項20】 前記凸部または凹部を形成する工程が、基板上にレジスト膜を形成する工程と、

該レジスト膜を複数の部分にパターンニングする工程と、該複数の部分を、前記非対称な断面をもつように変形させる工程と、を包含している、請求項19に記載の反射板の製造方法。

【請求項21】 反射板と、該反射板に対向するように設けられた基板と、該反射板および該基板に挟まれた表示媒体とを備えている反射型液晶表示装置の製造方法であって、該反射板は、請求項19に記載の方法によって製造される、反射型液晶表示装置の製造方法。

【請求項22】 前記表示媒体は、液晶と、該液晶を複数の画素に対応する複数の部分に分割する高分子壁とを有しており、前記反射型液晶表示装置の製造方法は、前記反射板上に透明電極層を形成する工程をさらに包含しており、該高分子壁は、該透明電極層をマスクとして用いた光照射によって形成される、請求項21に記載の反射型液晶表示装置の製造方法。

【請求項23】 前記表示媒体は、液晶と、該液晶を複数の画素に対応する複数の部分に分割する高分子壁とを有しており、前記反射型液晶表示装置の製造方法は、前記金属薄膜を該画素に対応する複数の金属部分にパターンニングする工程をさらに包含しており、該高分子壁は、該金属部分をマスクとして用いた光照射によって形成される、請求項21に記載の反射型液晶表示装置の製造方法。

【請求項24】 前記表示媒体は、液晶と、該液晶を複

(3)

3

数の画素に対応する複数の部分に分割する高分子壁とを有しており、

前記反射型液晶表示装置の製造方法は、該液晶と重合前駆体との混合物を徐冷によって相分離させ、その後に露光して該高分子壁を形成する工程をさらに包含している、請求項21に記載の反射型液晶表示装置の製造方法。

【請求項25】 前記反射型液晶表示装置は、位相差板および偏光板をさらに備えており、前記液晶は、一軸配向された液晶分子を含んでおり、高コントラストの画像が特定の視角方向において観察されるような特性を有しており、該特定の視角方向は、前記反射板が光を集中して反射する方向と一致している、請求項8に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項26】 前記液晶の屈折率異方性および厚さが $\Delta n_1$ および $d_1$ であり、前記位相差層の屈折率異方性および厚さが $\Delta n_2$ および $d_2$ であり、該液晶のリタレーション $\Delta n_1 d_1$ と該位相差層のリタレーション $\Delta n_2 d_2$ とが明状態のときに、

【数1】

$$\frac{|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2|}{\lambda} = \frac{m}{2} + \frac{1}{4} \quad (m=0,1,2,\dots)$$

を満足している、請求項25に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項27】 前記液晶のリタレーション $\Delta n_1 d_1$ と前記位相差層のリタレーション $\Delta n_2 d_2$ とが暗状態のときに、

【数2】

$$\frac{|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2|}{\lambda} = \frac{m}{2} \quad (m=0,1,2,\dots)$$

を満足している、請求項26に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項28】 前記液晶層のツイスト角が $180^\circ$ から $270^\circ$ である請求項16に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項29】 カラーフィルターが積層されている請求項9、25、26、27または28に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項30】 前記カラーフィルターに紫外線透過率が30%以上であるものを使用している請求項29に記載の反射型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、反射型液晶表示装置などに用いられる反射板、並びにその反射板を備える反射型液晶表示装置およびその製造方法に関する。

【0002】

4

【従来の技術】 液晶表示装置を反射型として利用する場合、どのような表示モードであっても表示面の明るさが第一条件となっている。従って、表示モード以外において必要な技術としては、周囲光を効率よく反射させるための反射板の設計と、それを正確に再現性よく製造するための技術である。

【0003】 ところで、上記反射板に設けられる凹凸の形成方法としては、従来からフォトリソストを利用する方法が提案されている（特開平4-243226号）。この提案方法は、反射板に拡散性を持たせるため、基板上にフォトリソストを現像して作製した円柱に熱を加えて「熱だれ現象」を生じさせて凹凸を作製する方法である。その詳細は、後述する従来例の箇所で述べる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 通常、人間がディスプレイを、特に携帯用のディスプレイを見る場合、ある方向より、例えばパネルの法線方向より観察することが多い。このような場合、人間が観察しない方向に、例えば水平に近い方向に散乱された光は有効に利用できないことになる。

【0005】 ところで、従来の前記提案方法では、円柱のフォトリソストに熱を加えて「等方的な熱だれ現象」を生じさせて凹凸を作製するため、はじめに作製した円柱の中心をそのまま中心とした、基板面に投影した形が円形な凹凸形状となる。その形状故に、入射光は凹凸形状を反映し、反射光の強度分布も基板法線に対して対称となる。従って、このような反射板を用いて反射型液晶表示装置を構成した場合は、その液晶表示装置を人間が観察している方向とは関係のない方向にも光が反射・散乱し、入射光を効率的に利用することができないという問題であった。

【0006】 また、反射型の液晶表示装置は、携帯端末として利用される事が多いが、その入力形態はペン入力が多く採用される。この際、ペン先の圧力によって液晶パネルの厚みが変わり表示が変化して見にくいという欠点があった。この欠点を解決するには、表示媒体を挟む一対の基板に到達するようにポリマーマトリクスを設けることが有効な手段であるが、ポリマーマトリクスの位置を制御することが困難なため、ポリマーマトリクスが画素内に存在して暗くなるという別の問題が発生する。

【0007】 本発明は、このような従来技術の課題を解決すべくなされたものであり、良好な反射特性を有する反射板と、その反射板を備えた明るい反射型液晶表示装置と、その製造方法とを提供することを目的とする。

【0008】 また、本発明は、ペン入力時の視線方向の良好な表示を得ることができる反射型液晶表示装置や、ペン入力時の耐圧性に優れた反射型液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明の反射板は、少な

50

(4)

5

くとも基板と金属薄膜とから構成された反射板であつて、該基板と該金属薄膜との間に、非対称軸を有する凸部または凹部が形成され、反射光を特定の角度範囲に集中させる構成となっており、そのことにより上記目的を達成する。

【0010】前記凸部または凹部の前記基板に対する傾斜角分布が、該基板の表面上の少なくとも1つの軸に関して非対称であり、かつ、該基板の表面上の少なくとも1つの軸方向から観察した状態において全ての凸部または凹部についての傾斜角分布が非対称であってもよい。

【0011】前記凸部または凹部における、前記反射光を特定の角度範囲に集中させる部分が、基板を厚み方向に切断したときの断面において、曲線となつていてもよい。

【0012】前記凹部または凸部の、前記基板表面と平行な方向での断面形状が、円または正 $n$ 角形( $n=4$ より大きい整数)であってもよい。

【0013】前記凹部または凸部の、前記基板表面と平行な方向での断面形状において、少なくとも1つの線対称となる軸が存在してもよい。

【0014】複数の前記凹部または凸部が、各々の方向を互いに平行移動した状態で、かつ、各々の位置をランダムにして配置されていてもよい。

【0015】複数の前記凹部または凸部が、前記線対称となる軸を基板上下方向と平行となるように配置されていてもよい。

【0016】本発明の反射型液晶表示装置は、液晶層を挟む一对の基板の一方に、上述した反射板が設けられており、そのことにより上記目的を達成する。

【0017】前記表示媒体が、表示画素部分の液晶を高分子層が取り囲む構造を持つていてもよい。

【0018】前記反射型液晶表示装置は、基板上に金属薄膜が形成されてなる反射板上に、絶縁層および透明電極層が形成されていてもよい。

【0019】前記反射板が、画素外部分で盛り上がった断面形状となつていてもよい。

【0020】前記反射板の金属薄膜が、表示画素の形状に一致して形成されていてもよい。

【0021】表示画素の形状に一致して形成された金属薄膜の隣合うもの同士が、透明導電体または細い金属薄膜によって接続されていてもよい。

【0022】表示画素の形状に一致して形成された金属薄膜が、ストライプ状に接続されていてもよい。

【0023】表示画素の形状に一致して形成された金属薄膜が、ストライプ状に接続されていて、該金属薄膜を有する反射板の上に配向層が形成されていてもよい。

【0024】前記表示媒体がSTN配向の液晶層であり、該液晶層のコントラストの良い視角方向が、非対称に形成された反射板の反射方向に一致していてもよい。

【0025】前記反射型液晶表示装置は、ペン入力用タ

6

ッチパネルをさらに具備していてもよい。

【0026】前記ペン入力用タッチパネルにおけるペン入力時の視線方向のコントラストが高いように、前記液晶層が設けられていてもよい。

【0027】前記反射型液晶表示装置は、位相差板および偏光板をさらに備えており、前記液晶は、一軸配向された液晶分子を含んでおり、高コントラストの画像が特定の視角方向において観察されるような特性を有しており、該特定の視角方向は、前記反射板が光を集中して反射する方向と一致していてもよい。

【0028】前記液晶の屈折率異方性および厚さが $\Delta n_1$ および $d_1$ であり、前記位相差層の屈折率異方性および厚さが $\Delta n_2$ および $d_2$ であり、該液晶のリタデーション $\Delta n_1 d_1$ と該位相差層のリタデーション $\Delta n_2 d_2$ とが明状態のときに、

【0029】

【数3】

$$\frac{|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2|}{\lambda} = \frac{m}{2} + \frac{1}{4} \quad (m=0,1,2,\dots)$$

【0030】を満足していてもよい。

【0031】前記液晶のリタデーション $\Delta n_1 d_1$ と、前記位相差層のリタデーション $\Delta n_2 d_2$ とが、暗状態のときに、

【0032】

【数4】

$$\frac{|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2|}{\lambda} = \frac{m}{2} \quad (m=0,1,2,\dots)$$

【0033】を満足していてもよい。

【0034】液晶層のツイスト角が $180^\circ$ から $270^\circ$ であつてもよい。

【0035】前記反射型液晶表示装置は、カラーフィルターをさらに備えていてもよい。

【0036】前記カラーフィルターに紫外線透過率が30%以上であるものを使用してもよい。

【0037】本発明の反射板の製造方法は、非対称な断面を有する凸部または凹部を基板上に形成する工程と、該凸部または凹部を覆うように金属薄膜を形成する工程と、を包含する反射板の製造方法であつて、該金属薄膜は、特定の方向に光を集中して反射し、そのことにより上記目的を達成する。

【0038】前記凸部または凹部を形成する工程が、基板上にレジスト膜を形成する工程と、該レジスト膜を複数の部分にパターニングする工程と、該複数の部分を、前記非対称な断面をもつように変形させる工程と、を包含していてもよい。

【0039】本発明の反射型液晶表示装置の製造方法は、反射板と、該反射板に対向するように設けられた基板と、該反射板および該基板に挟まれた表示媒体とを備

(5)

7

えている反射型液晶表示装置の製造方法であって、該反射板は、上述した方法によって製造され、そのことにより上記目的を達成する。

【0040】前記表示媒体は、液晶と、該液晶を複数の画素に対応する複数の部分に分割する高分子壁とを有しており、前記反射型液晶表示装置の製造方法は、前記反射板上に透明電極層を形成する工程をさらに包含しており、該高分子壁は、該透明電極層をマスクとして用いた光照射によって形成されてもよい。

【0041】前記表示媒体は、液晶と、該液晶を複数の画素に対応する複数の部分に分割する高分子壁とを有しており、前記反射型液晶表示装置の製造方法は、前記金属薄膜を該画素に対応する複数の金属部分にパターンニングする工程をさらに包含しており、該高分子壁は、該金属部分をマスクとして用いた光照射によって形成されてもよい。

【0042】前記表示媒体は、液晶と、該液晶を複数の画素に対応する複数の部分に分割する高分子壁とを有しており、前記反射型液晶表示装置の製造方法は、該液晶と重合前駆体との混合物を徐冷によって相分離させ、その後露光して該高分子壁を形成する工程をさらに包含していてもよい。

【0043】以下に、本発明の作用につき説明する。

【0044】本発明の請求項1にあつては、少なくとも基板と金属薄膜とから構成された反射板であつて、該基板と該金属薄膜との間に、非対称軸を有する凸部または凹部が形成されているので、反射光を特定の角度範囲に集中させることが可能となる。

【0045】この場合において、本発明の請求項2のように、凸部または凹部の基板に対する傾斜角分布が、基板の表面上の少なくとも1つの軸に関して非対称であり、かつ、基板の表面上の少なくとも1つの軸方向から観察した状態において全ての凸部または凹部についての傾斜角分布が非対称である構成とすると、基板の各部において特定の方向だけ強く散乱する反射板とすることが可能となる。よって、表示画面で観察者の方向だけに反射光が集中しているので、明るく見やすい表示が得られる。

【0046】また、本発明の請求項3のように、凸部または凹部における、前記反射光を特定の角度範囲に集中させる部分が、基板を厚み方向に切断したときの断面において、曲線となっている構成とすると、反射光が到達する領域内において、反射光強度がほぼ一定となり、特定の方向範囲内ではほぼ一様に明るい表示を得ることができる。また、反射光を特定の角度範囲に集中させる凸部または凹部の部分が直線でないため、光の干渉を防止でき、より均一化された光強度の反射光を得ることが可能となる。

【0047】本発明の請求項4にあつては、前記凹部または凸部の、前記反射板と平行な方向での断面形状が、

8

円または正 $n$ 角形( $n > 4$ :  $n = \text{整数}$ )でないことから、観察方向によって凹部または凸部の観察方向に垂直な面への投影形状が異なる。光が凹部または凸部に入射すると、凹凸表面の形状に応じて反射するので、観察方向に依存して反射光強度に違いが生じ、特定の範囲がより明るい反射板となる。このような凹部または凸部として不適な例としては、図72(a)、(b)および(c)に示すものが該当する。図72(a)は円の場合、図72(b)は八角形の場合、図72(c)は六角形の場合を示す。

【0048】本発明の請求項5および7にあつては、凹部または凸部の形状に線対称となる軸が存在するので、線対称軸を中心に反射光強度の分布も対称となる。更に、線対称軸を基板上下方向と平行とすることで、反射光強度の分布が基板左右方向で対称となり、観察者にとって視認性の良い反射板となる。このような線対称軸としては、図73(a)および(b)に示すものが該当する。また、図73(c)はそのような線対称軸が存在しない凹部または凸部を示し、このような形状のものは対象外である。

【0049】本発明の請求項6にあつては、複数の前記凹部または凸部が、各々の方向は互いに平行移動の関係で、各々の位置はランダムに配置されているため、1つの凹部または凸部で生じた反射光と、他の凹凸で生じた反射光の強度分布が一致しているため、基板全体として見たときの反射光強度分布も、1つの凹凸による反射光強度分布と相似である。従って反射光を特定の範囲に集中させることが可能となり、非常に明るい反射板が実現できる。

【0050】さらに、上記反射板を持った、本発明の請求項8の反射型液晶表示装置においては、反射光の拡散範囲に偏りが生じ、人間の表示画面を観察している方向とは関係ない方向には光が反射散乱せず、観察者方向のみに光を集光することが可能となり、非常に明るい反射型液晶表示装置を実現することができる。

【0051】本発明の請求項9の反射型液晶表示装置にあつては、液晶を高分子層が取り囲むポリマーマトリクスを備えるので、耐圧力が増大する。

【0052】本発明の請求項10の反射型液晶表示装置にあつては、基板上に金属薄膜が形成されてなる反射板上に、絶縁層および透明電極層が形成されているので、一体化によって、基板による光の損失を抑制でき、また簡便に製造できる。

【0053】本発明の請求項11の反射型液晶表示装置にあつては、反射板が画素外部分で盛り上がった断面形状となっているので、より簡単に相分離ができる。

【0054】本発明の請求項12の反射型液晶表示装置にあつては、反射板の金属薄膜が表示画素の形状に一致して形成されているので、光の有効利用が図れる。

【0055】本発明の請求項13の反射型液晶表示装置

(6)

9

にあつては、表示画素の形状に一致して形成された金属薄膜の隣合うもの同士が、透明導電体または細い金属薄膜によって接続されているので、反射面上の容量ムラを解消して良好な表示が得られる。

【0056】本発明の請求項14の反射型液晶表示装置にあつては、表示画素の形状に一致して形成された金属薄膜が、ストライプ状に接続されているので、反射に寄与する金属薄膜そのものを電極として使用できる。

【0057】本発明の請求項15の反射型液晶表示装置にあつては、表示画素の形状に一致して形成された金属薄膜が、ストライプ状に接続されていて、該金属薄膜を有する反射板の上に配向層が形成されているので、構成を簡便にできる。

【0058】本発明の請求項16の反射型液晶表示装置にあつては、表示媒体がSTN配向の液晶層であり、該液晶層のコントラストの良い視角方向が、非対称に形成された反射板の反射方向に一致しているので、STNへの適用が視角特性から言っても効果的である。

【0059】本発明の請求項17の反射型液晶表示装置にあつては、ペン入力用タッチパネルを具備するので、ペン入力が可能となる。この場合において、液晶パネルがポリマーマトリクスを有する場合は、安定性を積極的に機能させ得る。また、ただ強く安全というより、快適な操作環境を生じさせることが可能となる。

【0060】本発明の請求項18の反射型液晶表示装置にあつては、前記ペン入力用タッチパネルにおけるペン入力時の視線方向のコントラストが高いように、前記液晶層が設けられているので、より快適でパーソナルな使用環境が提供される。

【0061】本発明の請求項22の反射型液晶表示装置の製造方法にあつては、基板上に金属薄膜が形成される反射板上に透明電極層を形成し、該透明電極層を紫外線マスクに使用して露光するので、簡便な製造が可能となる。

【0062】本発明の請求項23の反射型液晶表示装置の製造方法にあつては、表示画素の形状に一致させて金属薄膜を形成し、該金属薄膜を紫外線マスクに使用して露光するので、マスク形状がはっきりし、より強固で良好な相分離の壁を作ることができる。

【0063】本発明の請求項24の反射型液晶表示装置の製造方法にあつては、液晶と重合前駆体との混合物を徐冷によって相分離させ、その後に露光するので、簡便な製造が可能となる。

【0064】本発明の請求項25の反射型液晶表示装置にあつては、液晶モードのコントラストの良い視角方向が、非対称反射板の反射方向に一致している反射型液晶表示装置において、液晶層の液晶配向が一軸配向であり、反射板、液晶層、光学補償位相差板および1枚の偏光板が積層されており、1枚偏光板システムであるが故に明るさ改善ができる。また、この反射型液晶表示装置

10

においては、見栄えの最も悪くなる部分を見えなくしているのので、この1枚偏光板システムにおいて発生し易い、極端な視角依存性があるために反転が観察されることを防止することが可能であり、快適な使用環境が得られる。

【0065】本発明の請求項26の反射型液晶表示装置にあつては、液晶層のリタデーションと位相差板のリタデーションとが、明状態のときに所定の関係を満足するように設定されている。また本発明の請求項27の反射型液晶表示装置にあつては、液晶層および位相差板のリタデーションの関係が、暗状態のときに所定の関係を満足するように設定されている。これにより、高コントラストの表示が可能となる。

【0066】本発明の請求項28の反射型液晶表示装置にあつては、液晶層のツイスト角が180°から270°であるので、表示が反転しやすいSTNモードにおいてその反転現象を補償することが可能となり、しかも低コストで明るくすることが可能である。

【0067】本発明の請求項29の反射型液晶表示装置にあつては、カラーフィルターが積層されている。また、本発明の請求項30の反射型液晶表示装置にあつては、前記カラーフィルターに紫外線透過率が30%以上であるものを使用している。カラーフィルターでカラー化するのは公知の技術であるが、必然的に暗くなるのは避けられない。したがって、カラー化することは明るさへの要求を一段と高めることになり、なおさら本発明の反射板を利用する価値がある。換言すれば、通常の液晶パネルを明るくするより、カラー液晶パネルを明るくすることは、格段に価値がある。

【0068】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0069】(実施形態1)図1(f)は、本実施形態に係る反射板を示す正面図である。この反射板15は、ガラス基板11の上にレジストからなる凸部12cが形成され、その凸部12cおよびガラス基板11を覆って金属薄膜14が形成されている。

【0070】次に、この反射板15の製造工程を、図1(a)～(f)に基づいて説明する。まず、図1(a)に示すように、厚さ1.1mmのガラス基板(商品名; 7059(コーニング社製))11の一方の面に、レジスト材料として、例えばOFPR-800(東京応化社製)を、好ましくは500r.p.m～3000r.p.mでスピンコートする。本実施形態では、3000r.p.mで30秒塗布し、レジスト膜12aを厚み0.5μmに成膜した。

【0071】次に、100℃で30分プリベークした。その後、図2に示すように、ランダムな位置に配置した半円の遮光部を有するフォトマスク13を、図1(b)に示すようにガラス基板11に平行にセットし、露光お



(7)

11

よび現像を行い、図1(c)に示すように光の非照射部分に微細な半円柱部12bを形成した。図1(b)に示すフォトマスク13は、枠で囲まれている部分が透光部である。なお、現像液には、東京応化社製のNMD-3(2.38%)を使用した。半円柱部12bの形状は、図2に示す半円の遮光部と同一になる。

【0072】次に、図1(d)に示すように、ガラス基板11を、半円柱部12bの半円の直径部分が下方となるよう傾斜させる。本実施形態では90°に傾けた。この状態を保持し、120~250℃で熱処理する。本実施形態では、250℃で30分の熱処理を行った。すると、図1(e)に示すように半円柱部12bは角がとれて、滑らかな、かつ、後述する傾斜角分布に偏りを持った、非対称の凸部12cが形成される。その後、放冷などにより硬化させる。上記非対称の凸部12cは、基板法線方向から見て、つまり平面視において図2のフォトマスクが反映された半円形であり、その直線部分が厚く、その反対側が薄い断面であり、更に、その基板厚み方向の断面における上側の輪郭が曲線となっている。

【0073】以上の工程を行った後、図1(f)に示すように、表面に金属薄膜14を形成した。金属薄膜としては、Al、Ni、Cr、Ag等を使用することができる。金属薄膜の厚さは、0.01~1.0μm程度が適している。本実施形態ではAlを真空蒸着することにより、金属薄膜14を形成した。以上により、反射板15を得た。なお、図1(f)は、対応するフォトマスクである図2におけるA-A'の断面の一部を示した状態である。

【0074】図3(a)は、以上の工程で得られた反射板における表面の傾斜角分布を示す図である。この分布は、凸部12cの半円の直径成分に垂直な方向に対する傾斜角分布を、干渉顕微鏡を用いて測定した結果である。その傾斜角度の測定は、図3(b)に示すように、ガラス基板の表面を基準とし、接線とをなす角度( $\alpha$ )が時計回りのときを $+\alpha$ 、反時計回りのときを $-\alpha$ とする。また、測定については、たとえば図2のA-A'線に沿った方向を対象とし、そのA-A'線に垂直な方向を観察方向とした。なお、傾斜角度の測定は以下の説明箇所においても同様である。

【0075】この図3(a)より理解されるように、本実施形態に係る反射板には、傾斜角分布に偏りが生じている。

【0076】図4は、上記反射板を液晶表示装置に組み込んだ場合において、その反射板の反射特性を測定している状態を示す模式図である。反射板15の組み込まれた液晶表示装置は、反射板15の表面と液晶層とが接し、もう一つのガラス基板53とで液晶層を挟む構成を想定した。また、液晶層とガラス基板との屈折率はいずれも約1.5であってほぼ等しいので、反射板15の上にセルのガラス基板53を屈折率1.5のUV硬化接着

12

剤52にて密着させた。

【0077】この状態の液晶表示装置に対して、光源54からの光が基板の法線方向より入射するようになり、入射光55が反射板15にて反射された反射光(散乱光)56をフォトマルチメーター57で検出することにより、反射特性を測定した。フォトマルチメーター57は、入射光が照射される点を通る反射板15上の点を中心に回転し、基板法線方向からの角度を変えて反射光56の強度を測定するようになっている。

【0078】図5は、その反射特性の測定結果を示す。横軸は基板法線からのフォトマルチメーターの角度(測定角度)であり、縦軸は反射光強度を表している。また、図中の●で示す反射特性は本実施形態の反射板について測定したものであり、▲で示す反射特性曲線は標準白色板(酸化マグネシウムからなるMGO)について測定したものである。なお、縦軸は標準白色板の正面反射強度を1として規格化してある。

【0079】この図より理解されるように、▲で示した標準白色板の場合は、あらゆる角度においてほぼ等しい反射光強度を保っているが、全体に強度が低い。これに対して、●で示された本実施形態の反射板の場合は、-30~+5°の範囲で反射光強度が強く、特に-25~0°の範囲では非常に明るい表示が得られている。また、この測定の結果より、反射板15の表面と液晶層との境界に於ける反射特性と同様の結果が与えられることが確認されている。

【0080】以上のことにより、本実施形態の反射板の場合は、反射板の凹凸形状を反映して散乱光が集中しており、図6に示すように垂直方向からの入射光に対し特定の視線方向で非常に明るい表示が得られることがわかる。また、図7や図8に示す方向に凹凸形状を設定することにより、斜めからの光線に対しても、視線方向で非常に明るい表示が得られる。

【0081】なお、本実施形態では凹凸形状の傾斜角分布に偏りを持たせるため、熱処理時に基板に傾斜を持たせたが、本発明はこれに限らず、他の方法を用いることができる。他の方法としては、熱処理時に熱風を当てて傾斜角分布に偏りを持たせる方法や、または、熱処理時に基板を回転させ、遠心力によって傾斜角分布に偏りを持たせる方法などが該当する。

【0082】(実施形態2)本実施形態は、熱処理によらないで所望の形状の反射板を得る場合である。

【0083】図9は、本実施形態に係る反射板の製造工程図である。

【0084】図9(a)に示すように、厚さ1.1mmのガラス基板(商品名:7059(コーニング社製))11の一方の面に、レジスト材料として、例えばOFP R-800(東京応化社製)を、好ましくは500r.p.m~3000r.p.mでスピコートする。本実施形態では、500r.p.mで20秒塗布し、レジス

(8)

13

ト膜12aを厚み2 $\mu$ mに成膜した。

【0085】次に、100℃で30分プリベークし、その後、実施形態1と同じフォトマスク13を配置し、図9(b)に示すように露光、現像を行い、図9(c)に示すように光の照射されていないガラス基板11部分の表面に微細な半円柱部12bを形成した。図9(b)に示すフォトマスク13は枠で囲まれている部分が透光部である。現像液としては、東京応化社製のNMD-3

(2.38%)を用いた。前記半円柱部12bの形状は、図2に示すように、基板の法線方向から見たとき半円となる形状である。

【0086】次に、図9(d)で示すように、半円形の直径部分とは反対側の斜め方向から基板11へイオンビーム21を照射する。このイオンビームを発生する手段としては、たとえばイオンミリングなどを用いることができる。このイオンビームを照射すると、前記半円柱部12bで覆われてないガラス基板11が削れる。このとき、半円柱部12bの影になった部分のガラス基板11はその半円柱部12bがなくなってから削れるので形状に異方性が生じ、ガラス基板11は、図9(e)に示す上表面形状、つまり非対称の凹部11cが半円柱部12bで覆われている部分の周囲に形成された状態となる。上記非対称の凹部11cの断面は、凹部11cにおけるその直線部分が浅く、反対側が深くなっており、更に、その底面の輪郭が曲線となっている。

【0087】以上の工程を行った後、図9(f)に示すように基板表面に金属薄膜14を形成した。金属薄膜としては、Al、Ni、Cr、Ag等を挙げることができる。金属薄膜の厚さは、0.01~1.0 $\mu$ m程度が適している。本実施形態ではAlを真空蒸着することにより、金属薄膜14を形成した。以上により、反射板22を得た。

【0088】図10は、得られた反射板22の表面の傾斜角分布を示す図である。この傾斜角分布は、凹部11cの半円の直径成分に垂直な方向に対する傾斜角分布であり、干渉顕微鏡を用いて測定した結果である。また、図11は、実施形態1と同様の方法で測定した、つまり図4と同様にして測定した反射特性を示す。但し、この場合の傾斜角は、図3(b)では凸部の接線であるのに対し、凹部の接線である点で異なっている。

【0089】これら両図より理解されるように、本実施形態に係る反射板の特性は、-30~+5°の範囲で反射光強度が強く、特に-25~0°の範囲では非常に明るい表示が得られる。これは、反射板の凹凸形状を反映して散乱光が集中しているためである。

【0090】なお、本実施形態2ではレジストを円柱形に形成しているが、本発明はこれに限らず、逆にレジストの窓部分を円柱形に形成し、斜め方向からイオンビームを照射して基板を削り、レジストのない窓部分に凹部を、その底部における傾斜角分布を非対称に形成するよ

14

うにしてもよい。

【0091】(実施形態3) 本実施形態3は、実施形態1で作製した反射板を用いた反射型液晶表示装置の場合である。

【0092】図12は、実施形態3に係る液晶表示装置を示す断面図である。この液晶表示装置は、液晶層145を間に挟んで対向するガラス基板141と、薄膜トランジスタ(TFT)などが形成されたTFTパネル基板149とを有する。TFTパネル基板149は、ガラス基板151の上に薄膜トランジスタ150や図示しないソース配線、ゲート配線などが形成された上にレジストによる凹凸層148が形成されている。この凹凸層148の上表面には、実施形態1において設けた非対称の凸部と同様の凸部148aが複数設けられている。この凸部148aが形成された凹凸層148部分には、反射板の一部としての金属薄膜147が形成されている。金属薄膜147の凸部148a上に位置する部分は、絵素電極としても機能する。これら凸部148aおよび金属薄膜147は、実施形態1の反射板と同一の機能を有する。また、この凹凸層148には、薄膜トランジスタ150のドレイン電極150aの上方にコンタクトホールが形成され、凹凸層148の上に形成された絵素電極147とドレイン電極150aとが、コンタクトホールを介して電気的に接続されている。つまり、このTFTパネル基板149は、Pixel On Passivation構造となっている。このTFTパネル基板149の液晶層145側には、配向膜146が設けられている。上述したレジストからなる凹凸層148は、実施形態1で述べた方法によって作製され、その配置の模式図を図13に示す。つまり、上記凸部148aは、その直線成分の向く方向が基板上において概ね同一の方向に揃っている。このような方向性を持つようにすると、基板の各部において特定の方向だけ強く散乱する反射板とすることが可能となる。このように凸部148aの直線成分の向く方向を基板上において概ね同一の方向に揃えるようにすることは、実施形態2および後述する実施形態4においても適用させるべきであり、そのようにすることにより、同一の効果が得られる。

【0093】一方、ガラス基板141の上には、カラーフィルター142、透明導電膜143および配向膜144が設けられている。上記カラーフィルター142は、金属薄膜147と対向部分がカラーフィルター部142aとなっており、他の部分が遮光部142bとなっている。

【0094】これらのガラス基板141とTFTパネル基板149とは貼り合わされ、両基板141と149との間に液晶材料を入れることにより液晶層145が封止されることによって、液晶表示装置が完成している。なお、このような液晶表示装置の構成は、実施形態1での図4に示す液晶表示装置と同様である。



15

【0095】上記液晶材料としては、例えばネマチック液晶に黒色の二色性色素を混入したゲストホスト型の液晶材料が用いられる。本実施形態では、ネマチック液晶としてメルク社製ZLI-4792（屈折率異方性 $\Delta n = 0.13$ ）を用い、二色性色素としてアゾ系色素とアントラキノン系色素の混合色素をそれぞれ用い、更に、液晶材料中にはカイラル剤を、たとえば重量比率で13%混入した。前記カイラル剤としては、メルク社製のS-811を用いた。このカイラル剤によって液晶分子のねじれピッチ（P0）は $5\mu m$ に設定され、液晶層145の厚さdは、スペーサによって $4.5\mu m$ に設定した。これにより、 $d/P0$ は0.9に設定される。

【0096】また、配向膜144および146にはポリイミドを用い、配向処理方向は互いに反対方向となるように設定した。このとき、液晶分子の配向は上下基板間で約 $360^\circ$ ねじれた配向となる。

【0097】このような構成の本実施形態に係る反射型液晶表示装置は、ホワイトテラー型ゲストホスト液晶表示装置とほぼ同等の動作原理によって表示が行われる。また、上述したようにレジストからなる凹凸層148の凸部148aが図13に示す方向の配置であるため、本実施形態の反射型液晶表示装置における表示状態は、反射光拡散範囲に偏りが生じ、人間の観察している方向とは関係ない方向には光が反射散乱せず、観察者方向のみに光を集光することとなる。よって、非常に明るい反射型液晶表示装置を実現することができる。

【0098】（実施形態4）図14に、本実施形態に係る反射板の製造工程を示す。

【0099】図14(a)に示すように、厚さ $1.1mm$ のガラス基板（商品名：7059-（コーニング社製））の一方の面に、レジスト材料として例えば、SAL601 ER-7（シプレ社製）を、好ましくは $500r.p.m \sim 3000r.p.m$ でスピンコートする。本実施形態では、 $500r.p.m$ で20秒塗布し、レジスト膜12aを厚み $2\mu m$ に成膜した。

【0100】次に、 $100^\circ C$ で30分プリベークする。その後、図14(b)に示すように電子線露光装置60を用いて電子ビーム（EB）を、レジスト膜12aの微細な部分、本実施形態では直径 $0.5\mu m$ の部分に照射し、図14(c)に示すように非対称の凸部31を形成する。この凸部31は、後述する図16に示す形状にする。

【0101】上記電子線露光装置60は、図15に示すように、電子線源61、コンデンサーレンズ62、ピンホール63、投影レンズ64および偏向コイル65を主要部とした装置であり、各主要部は図示しない支持手段にて支持されている。これら主要部、支持手段および被露光対象であるレジスト膜12aは、すべて真空中に設けられる。電子線源61から出た電子は電位差によって加速されたのち、コンデンサーレンズ62によってピン

(9)

16

ホール63に集められる。ピンホール63を通った電子は投影レンズ64によってレジスト膜12a上の1点に集められる。偏向コイル65に電流を流すことによって、電子の軌道を曲げ、電子がレジスト膜12aに入射する位置をレジスト膜12aの面上の一定範囲内で動かすことができる。また、EBの照射量を制御することにより、レジスト膜12aの厚さ方向のレジスト除去制御が可能となる。即ち、EBの照射量を制御して現像後のレジスト膜12aの形状を3次的に制御することができる。このようにして得られる凸部31の形状は、本実施形態では、図16に示す様に、上方から見た形状が頂角 $60^\circ$ の扇形、横から見たときの傾斜部の上表面が2次曲線となっている。また、扇形の頂角側が厚く、その反対側が薄くなっている。

【0102】以上の工程を行った後、図14(d)に示すように、凸部31を有するガラス基板11上に、金属薄膜14を形成する。金属薄膜としてはAl、Ni、Cr、Ag等を挙げることができる。金属薄膜の厚さは、 $0.01 \sim 1.0\mu m$ 程度が適している。本実施形態ではAlを真空蒸着することにより、金属薄膜14を形成した。以上により、本実施形態に係る反射板32を得た。

【0103】図17は、本実施形態に係る反射板32の傾斜角分布を示す図である。この傾斜角分布は、反射板の表面の凸部31の扇形の頂角の垂直二等分線方向に対する傾斜角分布であり、干渉顕微鏡を用いて測定した結果である。また、図18は、本実施形態に係る反射板32の反射特性を、実施形態1と同様の方法で測定した、つまり図4と同様にして測定した結果を示す図である。

【0104】これら両図より理解されるように、本実施形態に係る反射板の特性は、 $-30^\circ \sim 10^\circ$ の範囲で反射光強度が強く、実施形態1および2の反射板と比較して特に $-25^\circ \sim 0^\circ$ の範囲では非常に明るい表示が得られる。これは、反射板の凹凸形状が扇形であるため、横方向への散乱が減少して正面方向により散乱光が集中しているためである。

【0105】なお、本実施形態では頂角 $60^\circ$ の扇形形状を採用したが、本発明はこれに限らず、たとえば頂角の大きさを制御することによって、散乱範囲を制御するようにしてもよい。更に、図23に示すような凹凸形状とした場合についても同様の効果が得られる。つまり、

(a)～(f)に示すように、凸部の基板に対する傾斜角分布が、該基板の表面上の少なくとも1つの軸に関して非対称であるようにすればよい。加えて、基板の表面上の少なくとも1つの軸方向から観察した状態において全ての凸部についての傾斜角分布の平均が非対称であるように、たとえば図3(a)、図10、図17などに示すようにすればよい。また、図示した凸部とは逆に基板を削ってなる凹部が図23に示す輪郭となるようにしてもよい。

(10)

17

(従来例)以下に、従来例の反射板の作製方法と反射特性を示す。

【0106】図19は反射板の従来の製造工程を示す。図19(a)に示すように、厚さ1.1mmのガラス基板(商品名;7059(コーニング社製))51の一方の面に、レジスト材料として例えば、OFPR-800(東京応化社製)を、好ましくは500r.p.m.~3000r.p.m.でスピコートする。この例では、1000r.p.m.で30秒塗布し、レジスト膜112aを厚み1.2 $\mu$ mに成膜した。

【0107】次に、100℃で30分プリベークし、その後、図20に示す円形のパターンが形成されたフォトマスク113を配置して露光し(図19(b)参照)、図19(c)に示すように現像を行い、表面に微細な円柱部112bを形成した。現像液としては、東京応化社製のNMD-3(2.38%)を用いた。

【0108】次に、図19(d)に示すように、ガラス基板111上の円柱部112bを、好ましくは120~250℃で熱処理する。この例では180℃で30分の熱処理を行った。すると、円柱部112bの角がとれて、滑らかな上表面を持つ凸部112cが形成され、その後硬化させる。

【0109】以上の工程を行った後、図19(e)に示すように、滑らかな凸部112cを有するガラス基板111の表面に金属薄膜114を形成する。金属薄膜としては、Al、Ni、Cr、Ag等を挙げることができる。金属薄膜の厚さは、0.01~1.0 $\mu$ m程度が適している。この例ではAlを真空蒸着することにより、金属薄膜114を形成した。以上により、従来例の反射板141を得た。

【0110】図21は、従来例の反射板141の傾斜角分布を示す図である。この傾斜角分布は、干渉顕微鏡を用いて測定したものである。傾斜角分布は、図3(b)に示した一方向と+方向とでほぼ対称となっている。また、図22は、従来例の反射板141における反射特性の測定結果を示す図であり、実施形態1および2と同様の方法を用いて、つまり図4と同様にして反射特性を測定した。なお、測定は、たとえば図20のB-B'線に沿った方向を対象とし、そのB-B'線に垂直な方向を観察方向とした。

【0111】これら両図より、従来例の反射板の特性は、-10~+10°の狭い範囲のみ反射光強度が強く、この範囲では非常に明るい表示が得られる。ただし、この方向は正反射方向となり、光源が映り込むため、実際の使用上この方向では表示を見ることは少ない。しかも、-10~+10°以外の領域では暗い表示となることから、実際には暗い表示となる。

【0112】(実施形態5)以下に、本実施形態に係る反射板、その製造工程および反射特性を説明する。

【0113】図24は本実施形態5にかかる反射板の製

18

造工程を示す工程図(断面図)である。

【0114】まず、図24(a)に示すように、厚さ1.1mmのガラス基板211(商品名;7059(コーニング社製))の一方の面に、レジスト材料として例えば、OFPR-800(東京応化社製)を、好ましくは500r.p.m.~3000r.p.m.でスピコートする。この例では、1000r.p.m.で30秒塗布し、レジスト膜212aを厚み1.2 $\mu$ mに成膜した。

【0115】次に、100℃で30分プリベークし、その後、図24(b)に示すように、フォトマスク213を配置して露光する。上記フォトマスク213としては、図27(a)に示すパターン(ハッチング部が遮光部)が形成されたものを使用できる。続いて、図24(c)に示すように現像を行い、表面に微細な凹部または凸部212b、本実施形態では凹部を形成した。現像液としては、東京応化社製のNMD-3(2.38%)を用いた。

【0116】ここで、図27(a)に示すパターンの形成されたフォトマスク213について説明する。このフォトマスク213は、前記凹部または凸部212bをそれぞれ形成するための楕円状パターンを有し、それぞれのパターンは図27(b)に示すように任意の一つの軸に対して、非対称な形状となっている。すなわち非対称軸が存在している。さらに、それらのパターンはランダム(不規則)配置されて形成されている。このとき、それらの非対称軸同士がすべて平行な関係に保たれている。

【0117】次に、図24(d)に示すように、ガラス基板211上の凹部(又は凸部)212bを、好ましくは120℃~250℃で熱処理する。この例では180℃で30分の熱処理を行った。すると、凹部(又は凸部)212bの角がとれて、滑らかな上表面を持つ凹部(又は凸部)212cが形成され、その後硬化する。

【0118】以上の工程を行った後、図24(e)に示すように、滑らかな凹部(又は凸部)212cを有するガラス基板211の表面に金属薄膜214を形成する。金属薄膜214の材料としては、Al、Ni、Cr、Ag等を挙げることができる。金属薄膜の厚さは、0.01 $\mu$ m~1.0 $\mu$ m程度が適している。この例ではAlを真空蒸着することにより、金属薄膜214を形成した。以上により、本発明の反射板215を得た。

【0119】図25は、本発明の反射板を組み込んだ液晶表示装置において、その反射板の反射特性を測定している状態を示す模式図(斜視図)である。

【0120】反射板215の組み込まれた液晶表示装置は、反射板の表面と液晶層とが接し、この反射板ともう一つのガラス基板とで液晶層を挟む構造を想定している。具体的な構成は、図26に示すように、液晶層とガラス基板217との屈折率はいずれも約1.5であって

50

(11)

19

ほぼ等しいので、反射板215の上にガラス基板217を屈折率1.5のUV硬化接着剤216にて密着させた構成としている。

【0121】この状態の液晶表示装置に対して、図25に示すように光源222からの光が基板の垂直方向より入射するようになり、図26（図25のD-D'線による断面図）に示すように入射光218が反射板215にて反射された任意の角度220（入射光角度に対して傾斜角度50度）の反射光219をフォトマルチメータ221で検出することにより、反射特性を測定した。また、液晶表示装置を固定して、光源222から基板217の垂直方向より入射する光および、入射光218が反射板215にて反射された任意のフォトマルチメータ221の検出角度220（入射光角度に対して傾斜角度50度）を一定に保ち、入射光218が照射される点を通る反射板215上の点を中心にフォトマルチメータ221を回転させ、反射光219の強度を測定した。

【0122】図28はその反射特性の測定結果を示す。横軸は、反射板の形成された基板のC-C'線（図27参照）に対してC方向を0°方向、時計回りにC-C'線に垂直な方向を90°方向、C'方向を180°方向、90°に対してC-C'線に対称の方向を270°方向としてフォトマルチメータを回転させて測定を行った回転方向である。一方、縦軸は反射光の強度を示しており、標準白色板（酸化マグネシウムからなるMgO）を用いて同様の反射測定を行った場合の反射強度を1として規格化してある。また、図中の○で示す反射特性は本実施形態5の反射板について測定したものであり、●で示す反射特性は反射板を主表面方向から見て真円の微細な凸部または凹部の形状で形成した従来の反射板の反射特性を測定したものである。

【0123】この図28より理解されるように、●で示した従来の反射板の場合は、基板のあらゆる測定方向においてほぼ等しい反射光強度を示しているが、これに対して、○で示された本実施形態の反射板の場合は、0°または180°のところに反射光強度のピークをもつ範囲で反射光強度が強く、非常に明るい表示が得られている。また、90°または270°のところにピークをもつ範囲で反射光強度が弱く、暗い表示が得られている。

【0124】（実施形態6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16）実施形態6～16について、実施形態5と同様に、図24に示す反射板製造工程を用いて反射板を形成し、また、図25に示す方法で反射板の反射特性を測定した。

【0125】図29は、実施形態6において用いたフォトマスクを示す図であり、図30は実施形態6における反射板の反射特性を示す。図31は、実施形態7において用いたフォトマスクを示す図であり、図32は実施形態7における反射板の反射特性を示す。図33は、実施形態8において用いたフォトマスクを示す図であり、図

20

34は実施形態8における反射板の反射特性を示す。図35は、実施形態9において用いたフォトマスクを示す図であり、図36は実施形態9における反射板の反射特性を示す。図37は、実施形態10において用いたフォトマスクを示す図であり、図38は実施形態10における反射板の反射特性を示す。図39は、実施形態11において用いたフォトマスクを示す図であり、図40は実施形態11における反射板の反射特性を示す。図41は、実施形態12において用いたフォトマスクを示す図であり、図42は実施形態12における反射板の反射特性を示す。図43は、実施形態13において用いたフォトマスクを示す図であり、図44は実施形態13における反射板の反射特性を示す。図45は、実施形態14において用いたフォトマスクを示す図であり、図46は実施形態14における反射板の反射特性を示す。図47は、実施形態15において用いたフォトマスクを示す図であり、図48は実施形態15における反射板の反射特性を示す。図49は、実施形態16において用いたフォトマスクを示す図であり、図50は実施形態15における反射板の反射特性を示す。

【0126】上述した各実施形態6～16の図面より理解されるように、実施形態6～16の反射板の場合においても、凹部又は凸部の形成された基板における特定の方向の範囲に反射光強度が強く、非常に明るい表示が得られ、また、別の方向の範囲で反射光強度が弱く、非常に暗い表示が得られている。

【0127】以上のことにより、本実施形態の反射板の場合は、反射板の主表面側から見た形状によって、反射板の散乱光を任意の特定の基板の方向に集中させて反射光強度を高め、特定の方向で非常に明るい表示を得ることができる。

【0128】（実施形態17）図51に、本実施形態に係る反射板を、製品と同様に使用した場合の模式図を示す。

【0129】携帯情報端末に使用する場合、図51に示すような配置で使用することが多いと考えられる。図51(a)は机上で使用する場合であり、机面（パネル画面）に対して垂直な方向から光が入射すると考えると、使用者は画面下方向に分布する反射光を見ることになる。また、図51(b)は手に持って使用する場合であり、同様に垂直な方向から光が入射すると考えると、使用者は画面上方向に分布する反射光を見ることになる。

【0130】従って、携帯情報端末に求められる反射特性は、図52に示すように、パネル画面に対して、上下両方向が明るいことが好ましく、左右方向は暗くても許容される。このような図52の特性をもった反射板を形成するには、実施形態5の図27に示したフォトマスクにて得られるような形状の凹部によって構成されることによって、上下両方向、すなわち図28に示すところの0°（上）および180°（下）方向が明るく、90°

(12)

21

(右) および  $270^\circ$  (左) 方向が暗い特性をもった反射板が形成され、目的が達成される。

【0131】(実施形態18) 図53に、本実施形態に係る反射板を、製品と同様に使用した場合の別の模式図を示す。

【0132】実施形態17と異なり、ノートブック・パーソナルコンピュータやパームトップ・パーソナルコンピュータに使用する場合は、図53に示すような机上に配置して使用することが多いと考えられる。

【0133】図53では、パネル画面には机面に対して垂直な方向から光が入射すると考えると、使用者はパネル画面に対してパネル上方向に分布する反射光のみを見ることとなる。

【0134】従って、ノートブック・パーソナルコンピュータやパームトップ・パーソナルコンピュータに使用する場合に求められる反射特性は、図54に示すように、パネル画面に対して上方向一方のみが明るいことが好ましい。

【0135】図54の特性をもった反射板を形成するには、実施形態7の図31または実施形態15の図47に示したフォトマスクにて得られるような形状の凹部を有する構成にすることによって、パネル画面に対して上方向一方のみ、すなわち図32または図48に示すところの  $180^\circ$  (上) 方向だけが明るい特性をもった反射板が形成され、目的が達成される。

【0136】(実施形態19) 次に、図55～57を参照しながら、本実施形態の反射形液晶表示装置を説明する。図55(a)は、本実施形態の反射型液晶表示装置の断面図であり、図55(b)はその反射型液晶表示装置に備わった表示媒体を示す平面図である。

【0137】この反射型液晶表示装置は、一対の基板1a、1bを備えている。この基板1a、1bとしては、ガラス、プラスチックなど堅牢な透明基板が利用される。一方(図の上側)の基板1b上には、ITO、SnOなどの透明材料からなる表示用電極2bが設けられている。表示用電極2bは帯状に形成されており、互いに平行に配置されている。表示用電極2b上には、配向膜3bが形成されている。この配向膜3bは、ポリイミド、ナイロンなどをスピコートすることにより、または印刷などにより形成されており、必要に応じてラビング処理される。

【0138】他方(図の下側)の基板1aの上には、上述した実施例のいずれかと同様な方法によって、レジスト層(図示せず)が形成され、複数の非対称な傾斜角分布を有する凹部または凸部(図示せず)が形成されている。この凹部または凸部上に金属薄膜5が設けられている。この金属薄膜5は、基板1a上の全面にわたって、Al、Ni、Cr、Agなどの金属をコートすることによって形成される。レジスト層、金属薄膜5、および基板1aによって、本発明の反射板が構成される。この反

22

射板の上には絶縁膜4が設けられており、この絶縁膜4は、絶縁膜4の上に形成される表示用電極2aと反射板との間を絶縁する。表示用電極2aは、ITOおよびSnO等の透明材料から形成された帯状の電極であり、互いに平行に配置されている。また表示用電極2aは、図55(c)に示すように、上側基板1bと下側基板1aとが貼り合わせられたときに、上側基板1b上に形成された表示用電極2bと交差するように配置されている。表示用電極2aおよび2bが交差する領域Aが画素部分となる。表示用電極2a上には、配向膜3aが形成されている。配向膜3aは、配向膜3bと同一の材料から形成されており、必要に応じてラビング処理される。

【0139】これら一対の基板1a、1bで挟まれた部分には、液晶を含む表示媒体6が設けられている。表示媒体6は、液晶6aと高分子壁6bとからなる。本実施例の反射型液晶表示装置は、表示用電極2aおよび2bの間に電圧を印加することで、画素部分に位置する液晶6a中の液晶分子の配向を電圧に応じて変化させ、それにより表示を実現する。液晶6aとしては、TN、STN等適当な表示モードの液晶材料が用いられる。一方、高分子壁6bは堅牢な表示画素を取り囲む壁構造の高分子からなり、いわゆるポリマーマトリクスと称されており、上下基板1a、1bを密着させる機能を有する。なお、シール材などは省略している。

【0140】次に、表示媒体6の作製方法を説明する。

【0141】基板1bと反射板とが対向配設してなる液晶パネルの中に、液晶と光重合前駆体の組成物を注入する。光重合前駆体は、反応性と液晶に対する溶解性から、アクリレート系、メタクリレート系のモノマーが利用される。適当に重合速度と溶解性を調節するために、2官能樹脂、単官能樹脂を適当な割合で混合する。

【0142】次に、この組成物を注入した液晶パネルに、フォトマスクを用いて紫外光を選択的に照射する。この際フォトマスクとして、金属などからなる通常のフォトマスクをパネル上に配置してもよい。あるいは、製造プロセスを簡単にするためには、紫外光の強度分布を形成するのに表示用電極2aおよび2bを用いてもよい。紫外光の強度分布に応じて、照射強度の高い部分で光重合前駆体が重合し、樹脂が集り、壁の形状をとる。

【0143】本実施形態では、表示用電極2aおよび2bをマスクとして用いて紫外光照射を行っている。以下に図56を参照しながら、本実施形態における紫外光照射を説明する。

【0144】図56(a)は、基板1aおよび1bが貼り合わせられたセルの平面図であり、図56(b)および(c)は上側基板1b側から紫外光を照射した状態を示す模式図である。

【0145】図56(b)に示すように、画素領域Aにおいて、表示用電極2aと表示用電極2bとは重なっている。したがって、上側基板1bからセルに入射した紫

(13)

23

外光は、表示用電極として機能する透明膜を3回通過して、つまり表示用電極2bを1回通過し、表示用電極2aを2回通過して、液晶6aと光重合前駆体との組成物に達する。一方、領域Bでは、表示用電極2aのみが形成されている。このため、紫外光は、透明膜を1回だけ通過してから、液晶6aと光重合前駆体との組成物に到達する。同様に、図56(c)に示すように、領域Cでは上側基板1b上の表示用電極2bしか設けられておらず、領域Dでは表示用電極が形成されていないので、領域CおよびDにおいては、紫外光が透明膜を通過する回数は、それぞれ1回とゼロである。このように、液晶6aと光重合前駆体との組成物に到達する紫外光には、透明膜を通過する回数にしたがって強度分布が付与される。最も紫外光の照射強度が小さいのは領域Aであり、最も照射強度の大きい紫外光が得られるのは領域Dである。この光強度の差を利用して選択的にポリマーマトリクスの壁を形成する事ができる。なお、上記組成物の相分離を促進するために、液晶パネルの加熱や徐冷が行われても良い。

【0146】このようにして作製される本実施形態の反射型液晶表示装置は、金属薄膜5を有する反射板によって光が有効利用され、高分子壁6bによって耐圧性にすぐれた携帯端末として最適なものとなる。

【0147】実施形態19の変形例としては、以下の実施形態が可能である。

【0148】実施形態19では、金属薄膜5を基板1aの全面にわたって形成している。しかし、図57(a)に示すように、金属薄膜5を画素部分に対応するようにパターニングしてもよい。この場合、パターニングされた金属薄膜5は、上述した組成物の相分離によってポリマーマトリクスの壁を形成するための紫外光照射のマスクとして用いることができる。これにより、ポリマーマトリクス6bの形成は、より簡単に、かつ正確に行うことが可能になる。

【0149】また、画素部分に対応するようにパターニングされた金属薄膜5の部分5aは、図57(a)および(b)に示すように互いに電気的に接続されるのが好ましい。一般に、表示用電極の下に金属薄膜がある場合は、金属薄膜と表示用電極との間に容量が生じ、画素毎の誘電率を異ならせるため、表示ムラの原因となる。しかしながら、金属薄膜5のパターニングされた部分5aを、図57(a)および(b)に示すように、互いに電気的に接続することで、電位を揃えることができそれによって表示品位を安定させることができる。

【0150】また、図57(c)に示すように、パターニングされた金属薄膜の各部分の同じ行または同じ列に属するもの同士を接続してもよい。この場合には、各行の金属薄膜または各列の金属薄膜が、1本の表示用電極として機能させることができる。したがって、実施形態19で用いていた透明材料からなる表示用電極2a、お

24

よび表示用電極2aと金属薄膜5とを絶縁するための絶縁膜4を省略することができ、金属薄膜の各行または各列を、表示用電極2bとともに表示媒体6に電圧を印加するのに用いることができる。この変形例では、表示用電極2bとパターニングされた金属薄膜5の部分5aとが重なる領域が画素部分なる。

【0151】また、この変形例では、図57(d)に示すように、金属薄膜5の部分5aを、紫外光を照射するときのマスクとして用いることもできる。したがって、画素に対応する部分5a同士の間を接続する部分5bがポリマーマトリクス6bの形成に悪影響を及ぼさないようにするためには、接続部分5bを透明材料から形成するか、あるいはできるだけ幅の細い金属薄膜から形成することが望ましい。

【0152】実施形態19の反射型液晶表示装置では、複数の透明材料からなる帯状の表示用電極を上側基板および下側基板に形成し、上側基板の表示用電極と下側基板の表示用電極とが交差するように配置している。しかし、複数の信号配線を上側基板と下側基板とで交差するように形成し、上側基板の信号配線と下側基板の信号配線とが重なる領域、つまり画素として機能する領域の近傍にスイッチング素子を設けてもよい。スイッチング素子としては、例えば、金属-絶縁膜-金属の構造を有するMIM素子を用いることができる。あるいは、一方の基板にマトリクス状に複数の画素電極を形成し、もう一方の基板に対向電極を形成してもよい。この場合には、TFT等のスイッチング素子が、画素電極毎に設けられる。

【0153】(実施形態20) 本実施形態では、反射型液晶表示装置とペン状の入力装置を有する入力システム(以下、単にペジ入力表示装置と称する)が提供される。

【0154】まず、反射型液晶表示装置を構成する一方の基板を形成する。この基板は、表面に多数の微細な凹部または凸部が形成された反射板を有しており、反射板は、上記実施形態で述べたいずれかの方法を用いて、プラスチック透明基板上に、例えばアルミニウムの金属薄膜を形成することにより作製される。アルミニウム膜は、透明基板の全面にわたって蒸着されるのではなく、図58(a)に示すように、画素部分に対応するようにマトリクス状に配置され、かつ同じ列に属する部分が互いに接続されるように形成される。したがって、アルミニウム膜の同じ列に属する部分が、全体として表示用電極として機能する。本実施形態では、反射板は、法線下方向 $-10^{\circ}$ から $30^{\circ}$ の方向で明るい表示が得られるように設計された。ここで、「下方向」とは、基板を正面から見たときの6時の方向を指すものとし、「上方向」は12時の方向を指すものとする。

【0155】次に、透明基板上に、ITOおよびSnO等の透明材料からなる平行に配置された帯状の表示用電

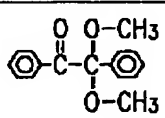
(14)

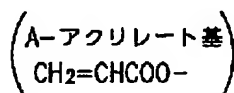
25

極を形成することによって、対向基板を作製する。表示用電極は、上述した反射板を有する基板と対向基板とが貼り合わせられたときに、アルミニウムからなる表示用電極と交差するように配置される。なお、対向基板は上記反射板よりも先に作製してもよい。

【0156】次に、それぞれの基板にポリイミド配向膜を塗布し、図58(b)に示すようにレーヨン系の布で240°ツイスト配向になるようにラビングした。上下電極が直交するように貼り合わせて液晶パネルを作製した。

\* 10

	Irg 651	R 684	Compound 1	Compound 2	LC
	0.5%	4%	3%	3%	89.5%
構造		$\text{ACH}_2(\text{C}_{10}\text{H}_{14})\text{CH}_2\text{A}$	$\text{A}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CN}$	$\text{A}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_5\text{H}_{11}$	SP4862 (チッソ社製)



【0159】次に、液晶パネルの全体を100℃まで加熱し、反射板を有する基板側から紫外線（光強度：8 mW、波長：365 nm）で200秒露光した。上述したように、アルミニウム膜は、画素部分に対応するようにマトリクス状に配置されているので、画素部分を囲む領域で高分子壁を形成するように重合が開始される。なお、アルミニウム膜の画素に対応する部分同士を接続する部分は、できるだけ狭い幅に形成されている。したがって、この接続部分は、重合には、実質的に影響を及ぼさない。

【0160】次に、液晶パネルをオープン内で毎時6℃の速度で徐冷し、20℃になったときに取り出して、対向基板側から液晶パネルに露光して重合を完結させた。このときの露光条件は、光強度：8 mW、波長：365 nm、露光時間：600秒とした。これにより、図58(c)に示すように、液晶部分LCを囲むように高分子壁が形成されている液晶パネルを得た。液晶部分LCは、それぞれ、画素部分に対応しており、液晶分子は両基板間で240°ツイストしている。

【0161】液晶分子の配向は一部乱れることもあるが、再加熱して徐冷することで良好な配向を得ることができた。

【0162】この液晶パネル上にフィルム状のタッチパネルを直接貼り、ペン入力表示装置を作製した。

【0163】得られたペン入力表示装置に対し、図59に示すように、普通に字を書いたところ、心持ち下からの視線に対し、十分明るく、コントラストも高いことが分かった。また、入力する本人以外の人の視線については明るさがなく、よってプライバシーが保護し易いこと

26

\* 【0157】次に、液晶パネル中に、表1に示す液晶一重合前駆体混合物を注入、たとえば真空注入した。表1中の組成物は、Irg 651はIrgacure 651（チバガイギ社製）であり、R 684は二官能アクリレート（日本化薬社製）であり、Compound 2はLC性単官能アクリレートであり、LCはSP4862（チッソ社製）である。

【0158】

【表1】

がわかった。また、両基板の間に存在するポリマーからなる壁（図58(c)参照）が十分に固いために、液晶パネルとタッチパネルとを密着させても、ペン先の圧力が1 kg/mmΦを越えるまで液晶パネル上の表示は乱れず、非常に見易いものであった。

【0164】（実施形態21）実施形態21では、画素部分を囲むように盛り上がった部分を有する反射板を備えた反射型液晶表示装置が提供される。画素部分は、盛り上がった部分で区切られている。反射板の設計および基板間での高分子壁の形成を除いては、本実施形態の反射型液晶表示装置は、実施形態20と同様にして形成される。したがって、詳細な説明は省略する。

【0165】図60は、本実施形態の反射型液晶表示装置を示す断面図である。本実施形態の反射板は、図60に示すように、マトリクス状に配置された盛り上がった部分と盛り上がった部分によって囲まれている一段下がったフラットな部分とを有するように設計されている。反射板の段差の低いフラットな部分が、それぞれ、1つの画素部分に相当し、盛り上がった部分は画素部分を囲むようになっている。

【0166】図61(a)に示すように、反射板は、反射部、平坦化膜、および表面コート膜を有している。反射部は、上記実施形態のいずれかで述べた方法によって、表面が多数の微細な凸部または凹部を有するように形成されており、特定の方向に光を集中して反射する。反射部の反射膜としては、例えばアルミニウム膜等の金属薄膜を用いることができる。

【0167】平坦化膜は、反射膜の表面の微細な凸部または凹部を平坦化するために、反射部上に透明材料から



(15)

27

形成される。反射膜表面の凸部または凹部は、反射型液晶表示装置の光学特性に悪影響を及ぼすからである。続いて、表面コート膜が、図61(a)に示すように画素に対応する部分を除いて、平坦化膜上に形成されている。したがって、表面コート膜が、本実施形態における盛り上がった部分に相当することになる。さらに、必要に応じて表示用電極がその上に形成され得る。

【0168】このようにして形成された、反射部上に平坦化膜および表面コート膜を有する反射板を、透明電極が形成されている対向基板と貼り合わせ、これらの間に液晶材料と重合性モノマーとの組成物を注入する。重合性モノマーとしては、光重合性のものを用いるのが好ましい。この組成物は、ある温度（等方相温度）以上で等方相となり、それよりも低い温度では、モノマーが主成分である相（モノマーリッチの相）と液晶が主成分である相（液晶リッチの相）との2相に分離している。モノマーを重合させることによって、相分離が完了し、高分子壁が形成される。本実施形態では、組成物として、2相領域（上述した2相が共存する温度領域）が10℃以上あるものを用いた。

【0169】その後、等方相温度から毎分0.01℃から0.3℃程度の速度で徐冷すると、液晶滴が発生する。発生した液晶滴は表面張力によって、反射板の段差の低い領域に集まって成長する。その後、液晶滴が画素サイズまで広がったときに露光する。これによって、画素外の盛り上がった部分にあるモノマーリッチの相が硬化して、高分子壁を形成する。このようにして本実施形態の反射型液晶表示装置が完成する。

【0170】上述したように、図6.0に示すように反射板の形状を厚さ方向で変化させることによって、簡便に高分子壁を形成することができる。本実施形態では、反射板の形状は、図61(a)に示すように、反射部上に別の膜（ここでは表面コート膜）を付加することによって変更している。しかし、反射板の形状を変更する方法はこれには限られず、図61(b)に示すように基板自体の厚さ方向の断面形状を変化させるか、図61(c)に示すように金属薄膜自体の厚さ方向の断面形状を変化させるか、または図61(d)に示すように基板と金属薄膜との間に別の部材を介在させることにより、変化させることができる。

【0171】さらに、偏光層を対向基板上に設け、別に偏光層を反射板の液晶滴側に設けてもよい。また、ラビング処理した配向膜を、液晶滴中の液晶分子を両基板間で所定の角度ツイストするように、両基板上に形成してもよい。

【0172】図62は、上述したように偏光層および配向膜を設けた場合において、反射板の明るい方向とコントラストの良い方向とを一致させるための配置を示している。対向基板上に配向膜のラビング方向、および反射板上のラビング方向は、それぞれ、図62の上ラビング

28

方向および下ラビング方向に対応する。図62に示すように、液晶分子のツイスト角は、180°以上である。つまり、この例では、反射型液晶表示装置はSTNモードで表示を行う。この配置にすることで、観察者の見たい方向は明るく高コントラストにでき、観察者の見ない方向は見えなくできる。よって、電子手帳などのプライベートな使用に、より適した構成となる。

【0173】（実施形態22）図63は本実施形態22の反射型液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【0174】この反射型液晶表示装置は、液晶層83を挟んで上側に基板73、下側に反射板78が設けられている。反射板78は基板72を有し、基板72の液晶層83側には、大きさの異なる突起74および75が形成され、その上には平滑化膜76、反射金属膜77および配向膜79が基板側からこの順に形成されている。反射金属膜77には、電圧発生回路89より出力される電圧と制御回路88からの信号とに基づいて走査回路86から出力されるゲート信号が与えられる。

【0175】反射板78において、突起74および75は、上記実施形態で述べた凹部または凸部と同様に、その軸に沿った断面が非対称な傾斜角分布を有するような軸を少なくとも1つ有している。突起74および75がこのような形状を有していることによって、反射板78は、特定の方向に大部分の光を反射することができ、それにより、その特定の方向において明るい表示を実現することができる。

【0176】基板73の液晶層83側には、透明電極80が形成され、その上には配向膜81が形成されている。電極80には、電圧発生回路89より出力される電圧と制御回路88からの信号とに基づいてデータ回路87から出力されるデータ信号が与えられる。この基板73の液晶層83とは反対側に位相補償板84と偏光板85などが設けられている。

【0177】これら反射板78と基板73とは対向配設してシール材82により貼り合わされ、その間には液晶層83が設けられている。本実施形態では液晶層83として、視角依存性の強いものが用いられており、反射板78が大部分の光を反射する特定の方向と、コントラストのよい画像を観察することができる方向とを一致させている。

【0178】（実施形態23）本実施形態23では、表示媒体として液晶層とポリマーマトリクスとの混在するものを備えている反射型液晶表示装置を説明する。

【0179】図64は本実施形態の反射型液晶表示装置を示す断面図であり、図65はその平面図である。これらの図において、図63と同一部分には同一番号を付して、説明を省略する。

【0180】この実施形態の液晶表示装置においては、反射板78と基板73との間に、液晶層83とポリマーマトリクス91とからなる表示媒体が設けられている。

(16)

29

ポリマーマトリクス91は、少なくとも液晶材料と重合前駆体との混合物に照射強度分布を有する光を照射し、強度の強い光が照射された部分にポリマーマトリクス91、強度の弱い光が照射された部分に液晶層83が形成されるように相分離させることにより形成される。また、ポリマーマトリクス91は、電極80と反射金属膜77とで画素が形成される周囲に一致して形成されている。

【0181】本実施形態においても、実施形態22と同様に、反射板78が大部分の光を反射する方向は、液晶層83の特性に依存する高コントラストの画像を観察することができる方向と一致している。

【0182】この実施形態の液晶表示装置においては、偏光板85上にタッチパネル（図示せず）を配置してペン入力を行ったときでも、ペン圧による表示変化が極めて小さい。したがって、本実施形態の反射型液晶表示装置は、入力装置と表示装置とを一体的に形成した装置において用いるのに最適である。

【0183】なお、上述した実施形態22および23において、液晶層の特性を反射板に合わせて最適化することによって、本発明の様々な実施形態が実現できる。

【0184】（実施形態24）本実施形態では、液晶分子が180°以上ツイストしているSTN液晶層を有する反射型液晶表示装置を説明する。

【0185】本実施形態の反射型液晶表示装置は、少なくとも、透明基板、反射板、および透明基板と反射板との間に挟まれた液晶層を有している。反射板は、上記実施形態のいずれかで述べた方法によって作製されており、大部分の光を特定の方向に反射する。

【0186】基板上および反射板上には配向膜が形成されており、さらに液晶層の両側には偏光膜が配置されている。各配向膜は、配向膜に接する液晶分子を所定の方向に配向させるように所定の方向にラビングされている。図66に、配向膜のラビング方向と偏光膜の偏光軸との関係を示す。図66に示すように、透明基板上に形成された配向膜（図66では上側配向膜）のラビング方向、および反射板上に形成された配向膜（図66では下側配向膜）のラビング方向は、基板と反射板との間で液晶分子の配向方向が180°ツイストするように設定されている。偏光膜は、偏光軸が互いに直交するように、かつ透明基板側の偏光軸が配向膜のラビング方向に対して45°となるように設けられている。

【0187】図67に、本実施形態の反射型液晶表示装置のコントラストの視角依存性を示す図である。この図では、特にコントラストの悪い部分および反転して表示される部分は、ハッチングされた領域に相当する。本実施形態では、反射板が大部分の光を反射し、それゆえに明るい表示が得られる方向が、コントラストの悪い部分および反転表示が生じる部分に含まれないように、反射板を最適化している。つまり、反射板は、ハッチングさ

30

れた領域に対応する方向への反射光が少なくなるように最適化されている。したがって、本実施形態の反射型液晶表示装置は、全体に見やすい表示を行うことができる。

【0188】（実施形態25）本実施形態では、270°SBEイエローモードの反射型液晶表示装置を説明する。

【0189】本実施形態の反射型液晶表示装置は、少なくとも、透明基板、反射板、および透明基板と反射板との間に挟まれた液晶層を有している。反射板は、上記実施形態のいずれかで述べた方法によって作製されており、大部分の光を特定の方向に反射する。

【0190】基板上および反射板上には配向膜が形成されており、さらに一対の偏光膜が液晶層の両側に設けられている。各配向膜は、配向膜に接している液晶分子を所定の方向に配向させるようにラビング処理されている。図68に、配向膜のラビング方向および偏光層の偏光軸の関係を示す。図68に示すように、上側偏光膜および下側偏光膜の偏光軸は、下側配向膜のラビング方向に対して、それぞれ、反時計回り方向に30°、時計回り方向に30°に設定されている。

【0191】本実施形態では、液晶層はコントラストの視角依存性を有しており、特定の視角方向においてであれば、コントラストのよい画像を観察することができる。このコントラストのよい画像を観察することができる方向は、反射板が大部分の光を反射する方向と一致させられている。

【0192】図69は、本実施形態の反射型液晶表示装置におけるコントラストの視角依存性を示す図である。

反射板が大部分の光を反射する方向と、コントラストのよい画像を見ることができる方向とは一致しているのので、反射型液晶表示装置に入射する光を有効に表示に利用することができる。

【0193】（実施形態26）実施形態26では、1枚偏光板システム（ECBモード）の反射型液晶表示装置を説明する。

【0194】本実施形態の反射型液晶表示装置は、少なくとも、透明基板、反射板、および透明基板と反射板との間に挟まれた液晶層を有している。反射板は、上記実施形態のいずれかで述べた方法によって作製されており、特定の方向に大部分の光を反射する。

【0195】基板上および反射板上には、配向膜が形成されている。また、透明基板上には、偏光膜および位相差板が設けられている。各配向膜は、配向膜に接する液晶分子を所定の方向に配向させるようにラビングされている。図70に、液晶分子の配向方向、偏光膜の偏光軸および位相差板の光学軸の関係を示す。また、図71に、本実施形態の反射型液晶表示装置のコントラストを示す。

【0196】図70に示すように、液晶層は一軸配向しており、その配向軸は位相差板の光学軸と実質的に直交

(17)

31

している。また、偏光板の偏光軸は、液晶層のディレクタに対して $30^\circ \sim 60^\circ$ の範囲内の角度に設定されればよい。しかし、液晶層の複屈折効果を最も有効に利用するためには、偏光板の偏光軸を液晶層のディレクタに対して $45^\circ$ 程度に設定するのが好ましい。

【0197】さらに、本実施形態では、液晶層のリタデ\*

$$\frac{|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2|}{\lambda} = \frac{m}{2} + \frac{1}{4} \quad (m=0,1,2,\dots) \quad \dots(1)$$

【0199】

※10※【数6】

$$\frac{|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2|}{\lambda} = \frac{m}{2} \quad (m=0,1,2,\dots) \quad \dots(2)$$

【0200】ここで、 $\Delta n_1$ および $\Delta n_2$ はそれぞれ液晶層および位相差板の屈折率異方性であり、 $d_1$ および $d_2$ はそれぞれ液晶層および位相差板の厚さである。このように設定することで、コントラストのよい表示を実現することができる。なお、表示が明状態であるか暗状態であるかは、構成要素の光学軸の間の配置を変えることによって変更され得る。

【0201】（実施形態27）図74を参照しながら、実施形態27の反射型液晶表示装置を説明する。本実施形態の反射型液晶表示装置は、上記実施形態23の装置を改変したものである。したがって、図74において、上記実施形態23と同様の構成要素には、同様の参照符号を付して説明を省略する。

【0202】本実施形態の反射型液晶表示装置は、平坦化膜100、およびITO等の透明材料からなる複数の帯状の表示用電極101を有している。表示電極101は、基板72の表面全体にわたって形成された金属膜77上に形成されており、反射板78と対向基板73とが貼り合わせられたときに、対向基板73上に例えばITO等の透明材料から形成された帯状の対向電極80と直交するように配置されている。表示用電極101と対向電極80とが重なる部分が、画素部分となる。

【0203】本実施形態では、表示用電極101と対向電極80とが、紫外光照射の際のマスクとしても機能するので、高分子壁91を形成するのに別途フォトリソグラフィを用いる必要はない。したがって、本実施形態によれば、フォトリソグラフィを用いる場合に比べて、より簡便に反射型液晶表示装置を製造することが可能となる。

【0204】マルチカラー表示を実現するために、カラーフィルタを対向基板73上に設けてもよい。図75では、R、GおよびBの三原色のフィルタ部からなるカラーフィルタを設けた例を示している。カラーフィルタの各色のフィルタ部は、対向電極80と同様に帯状に形成され、対向電極80と対応するように配置される。したがって、カラーフィルタの各色のフィルタ部は、反射板78上の表示用電極101と交差することになる。

【0205】図75に示すようにカラーフィルタを設け

32

\*レーション $\Delta n_1 d_1$ と位相差板のリタデーション $\Delta n_2 d_2$ とが、明状態で式(1)を、暗状態で式(2)を満足するように設定されている。

【0198】

【数5】

る場合において、液晶83と重合性前駆体との組成物に、対向基板73側から紫外光を照射して高分子壁91を形成するためには、カラーフィルタは、紫外光の少なくとも一部分を透過させる必要がある。高分子壁91をより良好に形成するためには、カラーフィルタの紫外光透過率を、少なくとも30%にすることが望ましい。30%よりも小さいと、重合性前駆体を重合させるのに十分な紫外光の強度が得られない。したがって、本実施形態では、紫外光透過率が30%以上であるカラーフィルタを用いている。

【0206】各画素を個別に駆動するために、複数のスイッチング素子を設けてもよい。この場合には、各スイッチング素子に接続される表示用電極は、金属膜を用いてマトリクス状に、例えば、表示用電極を囲む部分が光透過性となるように形成され得る。また、表示用電極は、スイッチング素子およびそれに関連する配線上に、絶縁膜を介して形成され得る。

【0207】上述したいずれの実施形態においても、反射板上に平坦化膜を付加してもよい。反射板上に平坦化膜を設けることで、反射板の表面の凸部または凹部が反射型液晶表示装置の光学特性に悪影響を与えるのを抑えることができる。液晶材料と接触する表面に凸部または凹部が形成されていると、例えば液晶分子の配向の乱れ等の問題が生じ得る。このような問題を避けるために、必要に応じて平坦化膜を設けることが望ましい。

【0208】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明による場合には、反射板の散乱方向を制限することが可能となり、不必要な方向への散乱が減り、視角方向の明るさを飛躍的に向上させ得、良好な反射特性にすることができる。これによって明るい反射型液晶表示装置用の反射板を再現性良く作製することが出来る。

【0209】また、本発明による場合には、良好な反射板を利用して、ペン入力時の視線方向の良好な表示を得ることができる。また、ポリマーマトリクスの形成技術と組み合わせることによって、ペン入力時の耐圧性に優れた反射型液晶表示装置を提供することができる。

(18)

33

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態1に係る反射板の製造工程を示す図である。

【図2】実施形態1に係る反射板の製造工程において用いるフォトマスクを示す平面図である。

【図3】実施形態1の反射板における表面の傾斜角分布を示す図である。

【図4】実施形態1、2、4および従来例における反射板の特性を評価する際に用いる装置モデルを示す模式図である。

【図5】実施形態1の反射板の反射特性を示す図である。

【図6】実施形態1に係る反射板の非常に明るい表示が得られる視線方向を示す模式図である。

【図7】実施形態1に係る反射板を適用した据え置き型ディスプレイにおいて、非常に明るい表示が得られる視線方向を示す模式図である。

【図8】実施形態1に係る反射板に斜めからの光線に対して、非常に明るい表示が得られる視線方向を示す模式図である。

【図9】実施形態2に係る反射板の製造工程を示す図である。

【図10】実施形態2の反射板における表面の傾斜角分布を示す図である。

【図11】実施形態2の反射板の反射特性を示す図である。

【図12】実施形態3に係る反射型液晶表示装置を示す断面図である。

【図13】実施形態3に係る反射型液晶表示装置における凹凸層の配置を示す模式図（平面図）である。

【図14】実施形態4に係る反射板の製造工程を示す図である。

【図15】電子線露光装置を模式的に示す斜視図である。

【図16】（a）は実施形態4に係る反射板におけるレジスト膜の形状を示す平面図、（b）はその断面図である。

【図17】実施形態4の反射板における表面の傾斜角分布を示す図である。

【図18】実施形態4の反射板の反射特性を示す図である。

【図19】従来例の反射板の製造工程を示す図である。

【図20】従来例の反射板の製造に用いるフォトマスクを示す平面図である。

【図21】従来例の反射板における表面の傾斜角分布を示す図である。

【図22】従来例の反射板の反射特性を示す図である。

【図23】本発明に適用可能な凹凸形状の例を示す図であり、（a）、（c）および（e）は平面図、（b）、（d）および（f）は断面図である。

34

【図24】実施形態5にかかる反射板の製造工程を示す工程図（断面図）である。

【図25】本発明の反射板を組み込んだ液晶表示装置において、その反射板の反射特性を測定している状態を示す模式図（斜視図）である。

【図26】図25の反射板を組み込んだ液晶表示装置の具体的な構成を示す断面図である。

【図27】実施形態5で使用したフォトマスクを示す図である。

10 【図28】実施形態5での反射特性の測定結果を示す図である。

【図29】実施形態6で使用したフォトマスクを示す図である。

【図30】実施形態6での反射特性の測定結果を示す図である。

【図31】実施形態7で使用したフォトマスクを示す図である。

【図32】実施形態7での反射特性の測定結果を示す図である。

20 【図33】実施形態8で使用したフォトマスクを示す図である。

【図34】実施形態8での反射特性の測定結果を示す図である。

【図35】実施形態9で使用したフォトマスクを示す図である。

【図36】実施形態9での反射特性の測定結果を示す図である。

【図37】実施形態10で使用したフォトマスクを示す図である。

30 【図38】実施形態10での反射特性の測定結果を示す図である。

【図39】実施形態11で使用したフォトマスクを示す図である。

【図40】実施形態11での反射特性の測定結果を示す図である。

【図41】実施形態12で使用したフォトマスクを示す図である。

【図42】実施形態12での反射特性の測定結果を示す図である。

40 【図43】実施形態13で使用したフォトマスクを示す図である。

【図44】実施形態13での反射特性の測定結果を示す図である。

【図45】実施形態14で使用したフォトマスクを示す図である。

【図46】実施形態14での反射特性の測定結果を示す図である。

【図47】実施形態15で使用したフォトマスクを示す図である。

50 【図48】実施形態15での反射特性の測定結果を示す

(19)

35

図である。

【図49】実施形態16で使用したフォトマスクを示す図である。

【図50】実施形態16での反射特性の測定結果を示す図である。

【図51】実施形態17に係る反射板を、製品と同様に使用した場合の模式図である。

【図52】携帯情報端末に求められる反射特性を示す図である。

【図53】実施形態18に係る反射板を、製品と同様に使用した場合の別の模式図である。

【図54】ノートブック・パーソナルコンピュータやパームトップ・パーソナルコンピュータに使用する場合に求められる反射特性を示す図である。

【図55】(a)は、実施形態19に係る反射型液晶表示装置の構成を示す断面図であり、(b)は、(a)の反射型液晶表示装置において用いられる表示媒体を示す平面図であり、(c)は、(a)の反射型液晶表示装置において表示用電極が重なっている状態を示す平面図である。

【図56】(a)は、図55(a)の反射型液晶表示装置において反射板と表示用電極を正面から見た図であり、(b)および(c)は照射された光の反射状態を示す模式図である。

【図57】(a)は、金属薄膜が形成されるパターンを示す図であり、(b)は、パターニングされた金属薄膜の接続を示す図であり、(c)は、金属薄膜が形成された基板の平面図であり、(d)は、紫外光照射を説明する模式図である。

【図58】(a)は実施形態20における反射板の接続状態を模式的に示す平面図であり、(b)はそのラビング方向を示す平面図、(c)は得られた液晶パネルを示す平面図である。

【図59】実施形態20のペン入力反射型液晶表示装置にペン入力を行っている状態を示す模式図である。

【図60】実施形態21に係る反射型液晶表示装置を示す断面図である。

【図61】(a)から(d)は、図60の反射型液晶表示装置において用いられる反射板の断面形状を示す図である。

【図62】実施形態21において説明する、反射板の明るい方向とSTN液晶のコントラストの良い方向とを一致させる場合の配置図である。

【図63】実施形態22に係る反射型液晶表示装置の一例を示す断面図である。

【図64】実施形態23に係る反射型液晶表示装置を示す断面図である。

【図65】実施形態23に係る反射型液晶表示装置を示す平面図である。

【図66】実施形態24において説明する、液晶が18

36

0° STN配向を示すときのラビング方向および偏光軸の関係を示す図である。

【図67】実施形態24におけるコントラストの視角依存性を示す図である。

【図68】実施形態25において説明する、液晶が270° SBEイエローモードを示すときのラビング方向および偏光軸の関係を示す図である。

【図69】実施形態25におけるコントラストの視角依存性を示す図である。

【図70】実施形態26の反射型液晶表示装置の各部の構成を示す図であり、液晶がECBモードであり、1枚偏光板システムでの偏光板の軸方向、一軸性位相差板の軸方向、ラビング方向および反射板を示す図である。

【図71】実施形態26の反射型液晶表示装置のコントラストを示す図である。

【図72】本発明に用いると不都合な凹部または凸部の例を示す図である。

【図73】(a)および(b)は本発明に用いるのに好適な線対称軸を有する凹部または凸部を示し、(c)は本発明に用いるのに不都合な線対称軸の無い凹部または凸部の例を示す図である。

【図74】実施形態27の反射型液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図75】図74の反射型液晶表示装置の変形例の構成を示す断面図である。

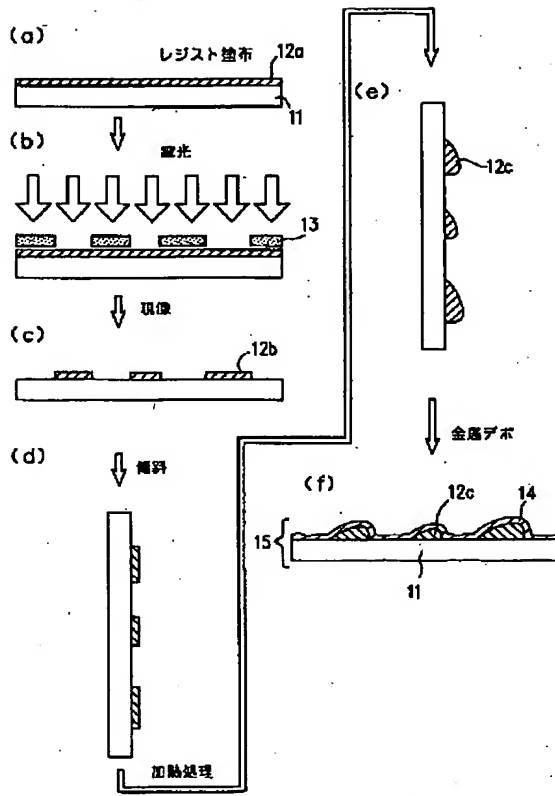
【符号の説明】

- 11 ガラス基板
- 11c 凸部
- 12a レジスト膜(露光前)
- 12b 半円柱部
- 12c 凸部
- 13 フォトマスク
- 14 金属薄膜
- 15 反射板
- 21 イオンビーム
- 22 反射板
- 31 凸部
- 32 反射板
- 60 電子線露光装置
- 61 電子線源
- 62 コンデンサーレンズ
- 63 ピンホール
- 64 投影レンズ
- 65 偏向コイル
- 141 ガラス基板
- 142 カラーフィルター
- 142a カラーフィルター部
- 142b 遮光部
- 143 透明導電膜
- 144 配向膜

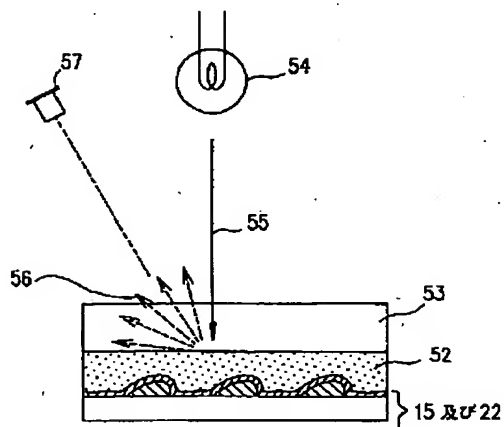
(20)

145 液晶層  
146 配向膜  
147 金属薄膜

【図1】

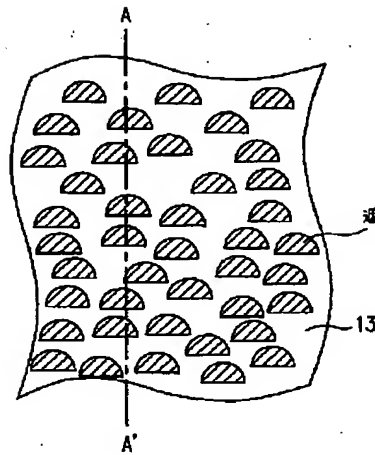


【図4】

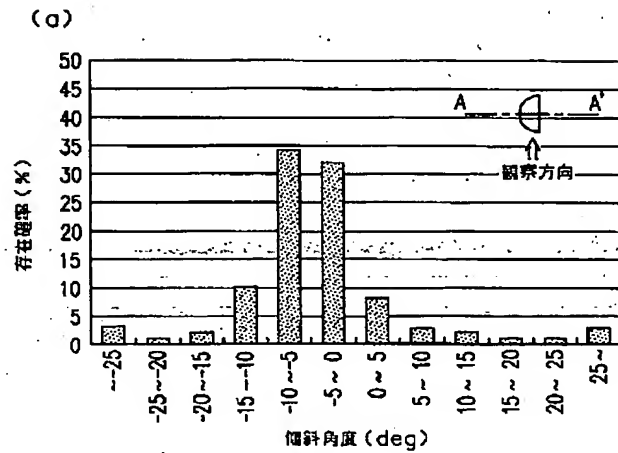


148 凹凸層  
149 TFTパネル基板

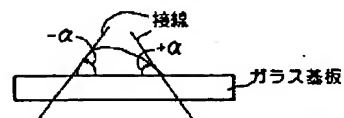
【図2】



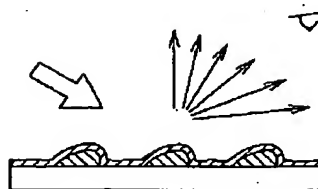
【図3】



(b)

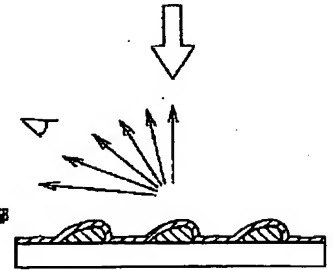


【図8】



38

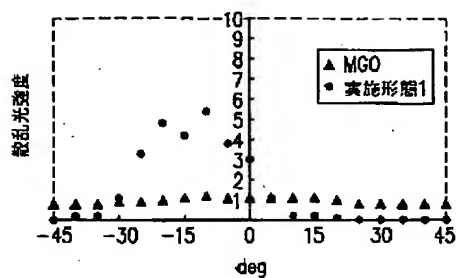
【図6】



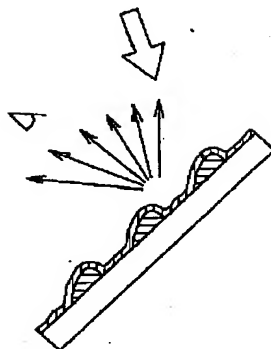


(21)

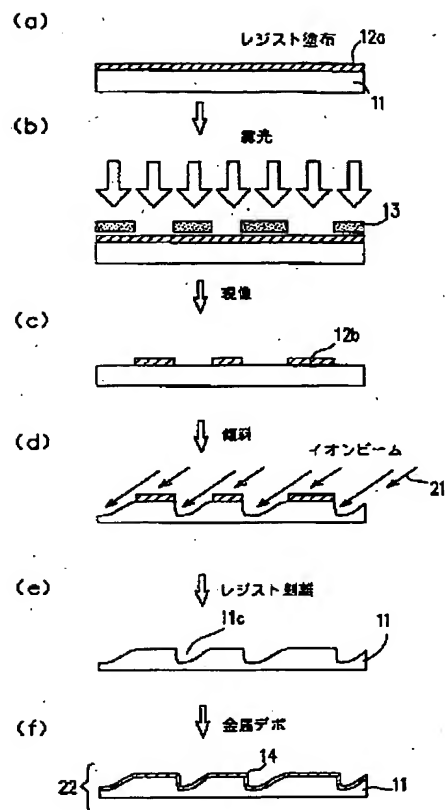
【図5】



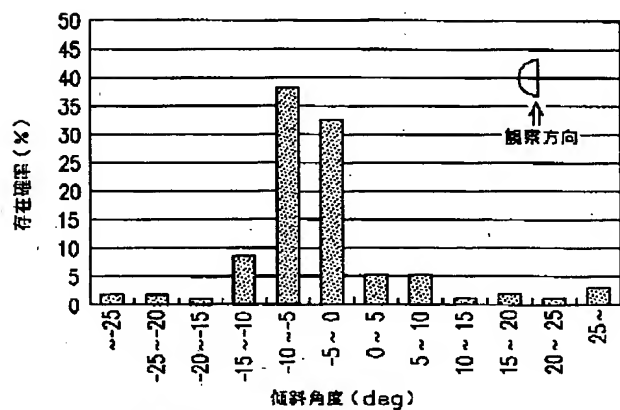
【図7】



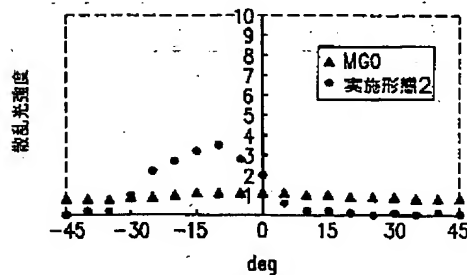
【図9】



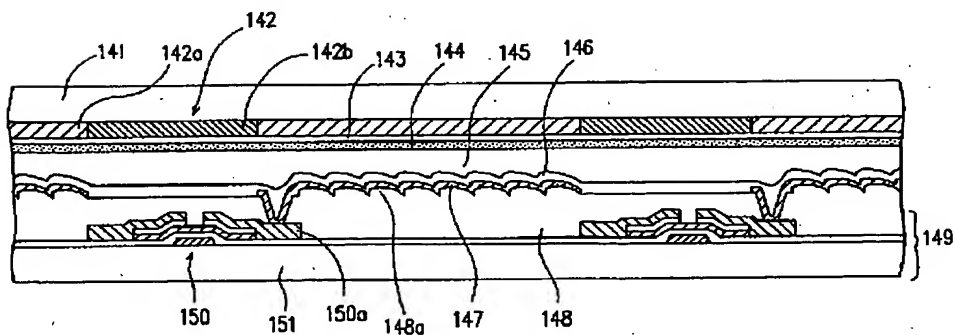
【図10】



【図11】

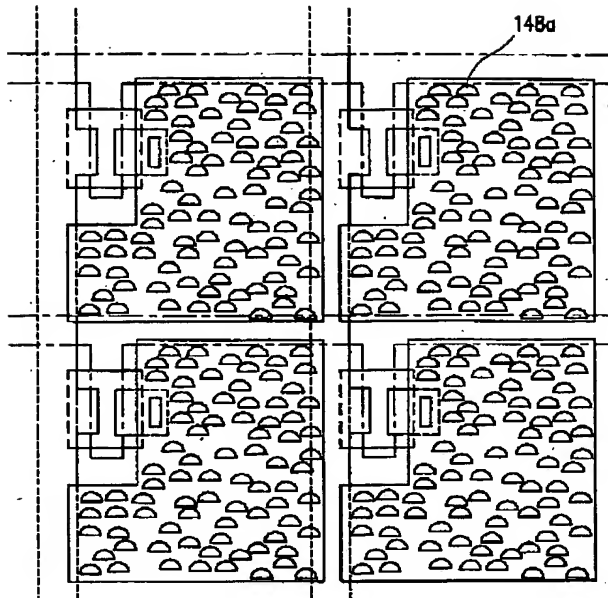


【図12】

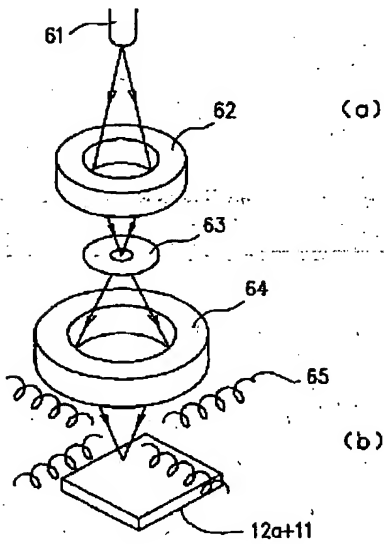


(22)

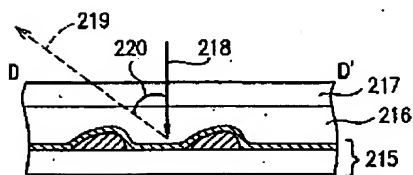
【図13】



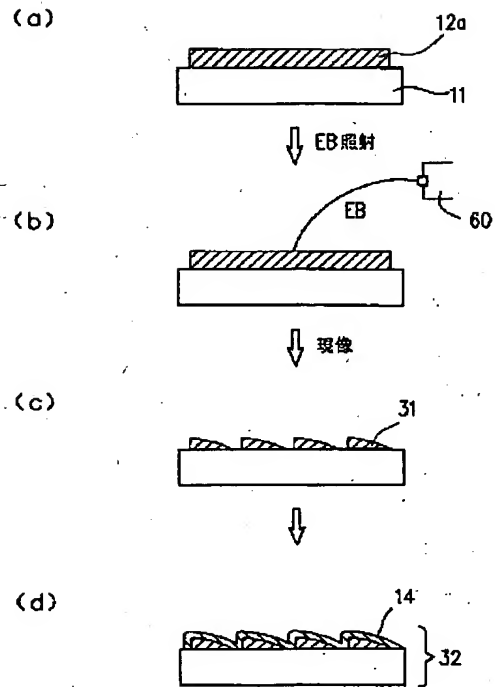
【図15】



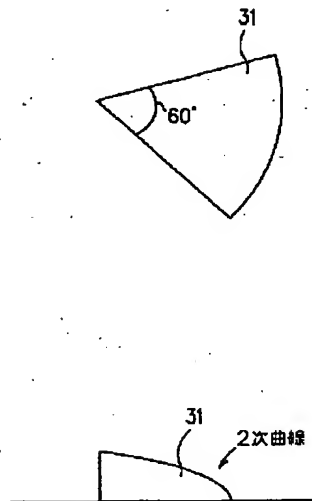
【図26】



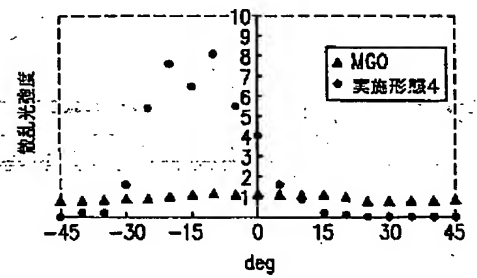
【図14】



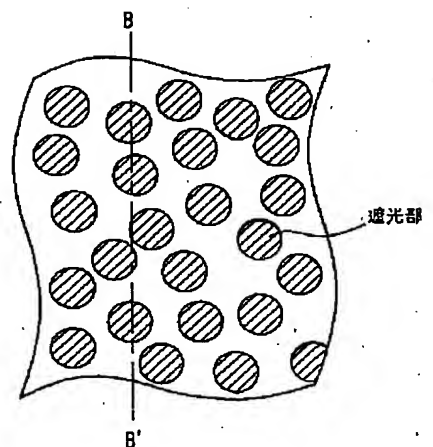
【図16】



【図18】

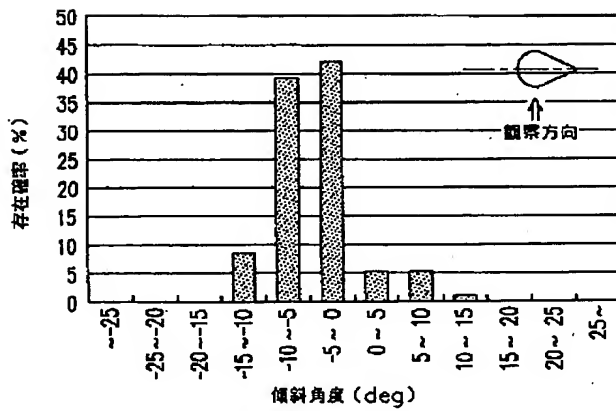


【図20】

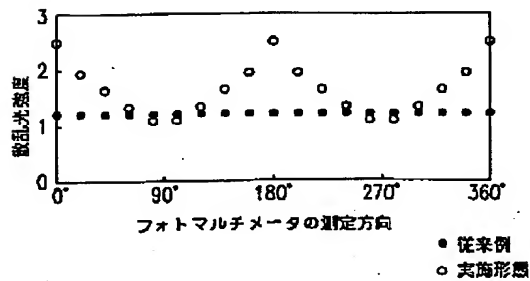


(23)

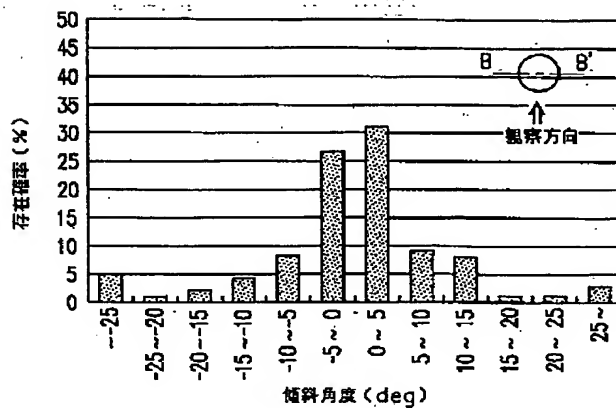
【図17】



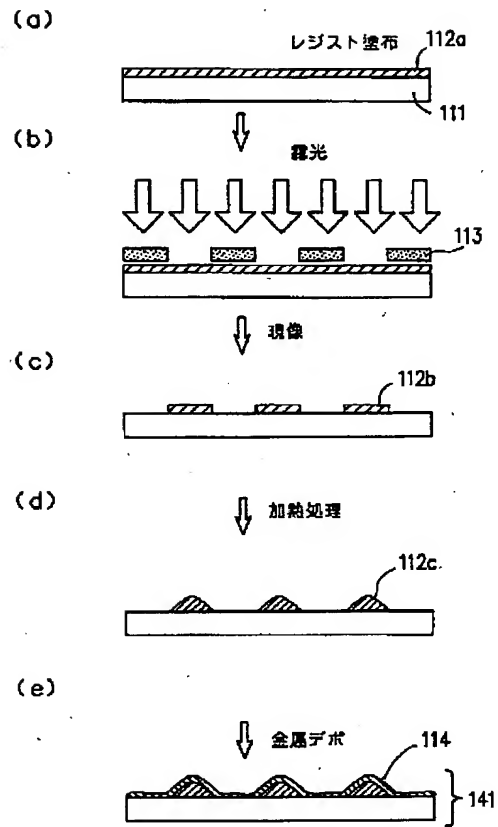
【図28】



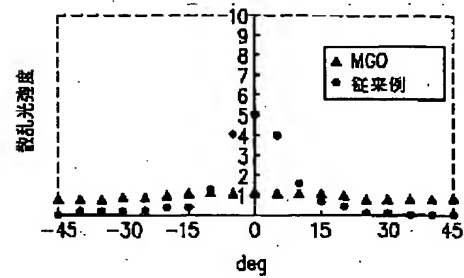
【図21】



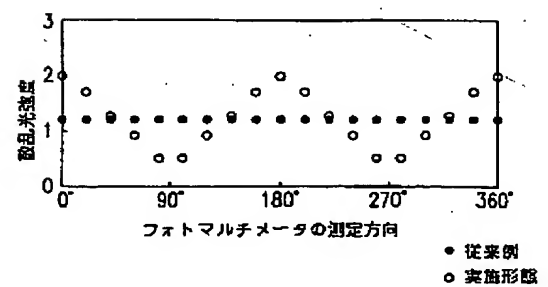
【図19】



【図22】

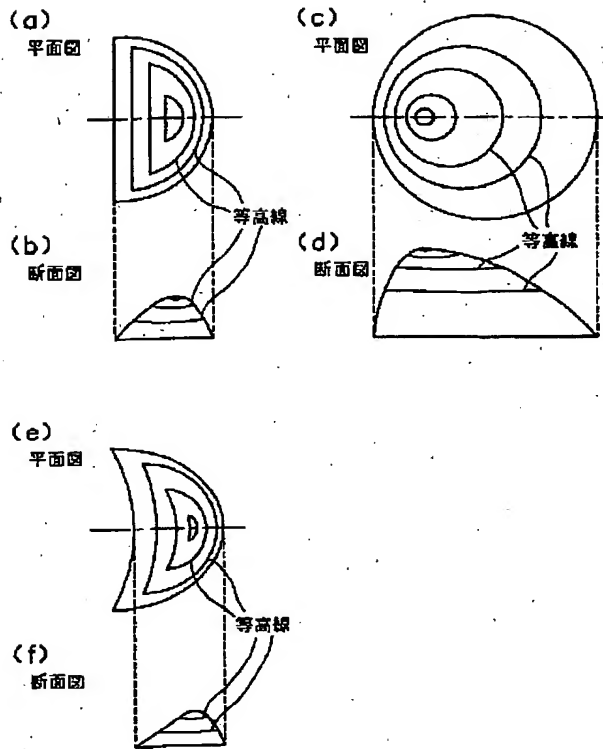


【図30】

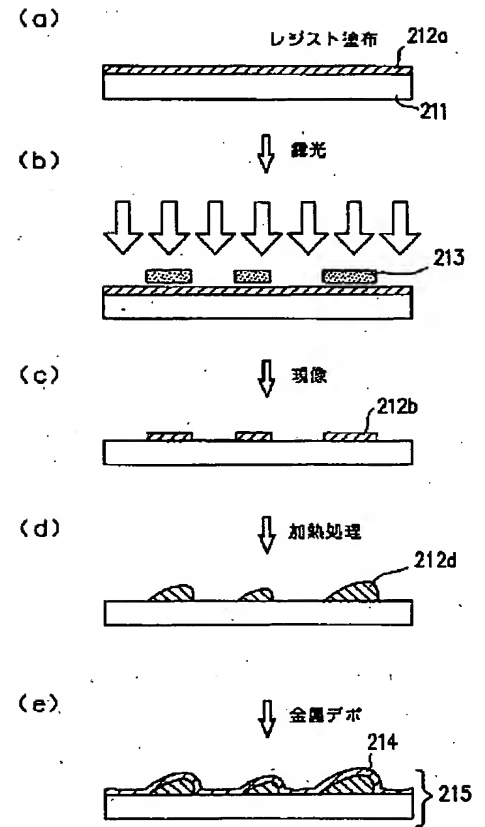


(24)

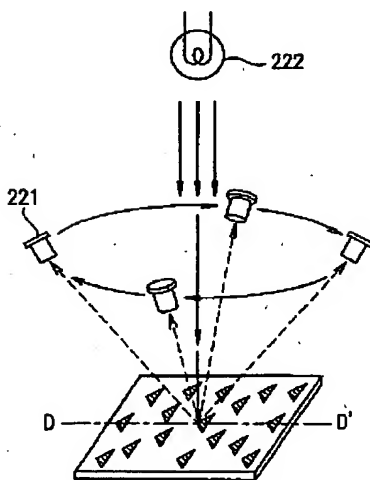
【図23】



【図24】

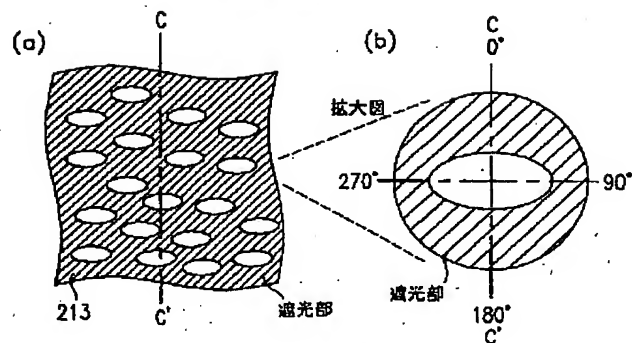


【図25】



【図27】

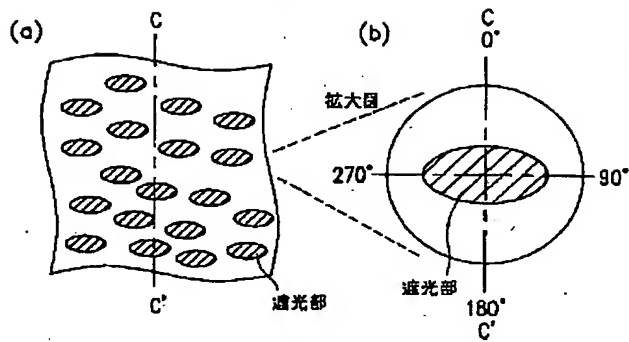
実施形態5



(25)

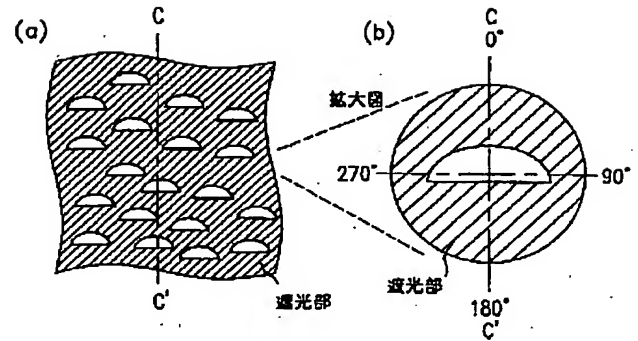
【図29】

実施形態6

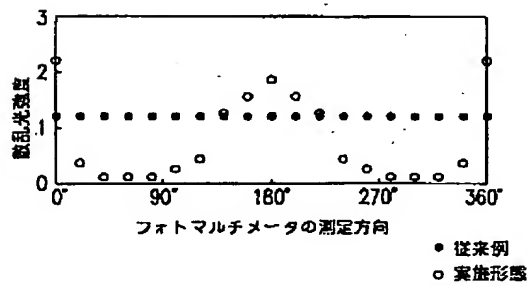


【図31】

実施形態7

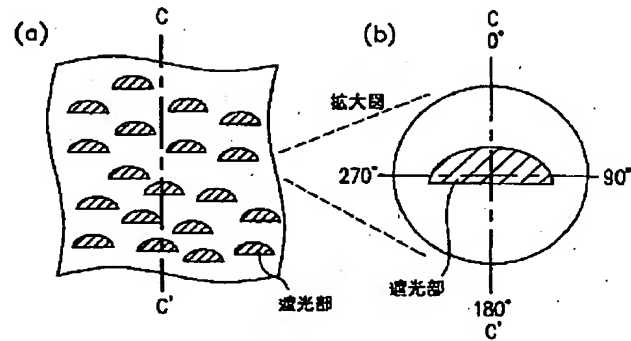


【図32】

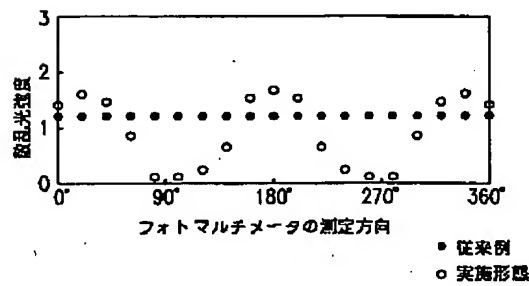


【図33】

実施形態8

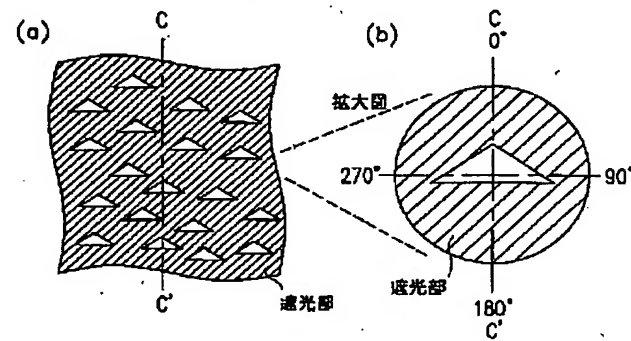


【図34】

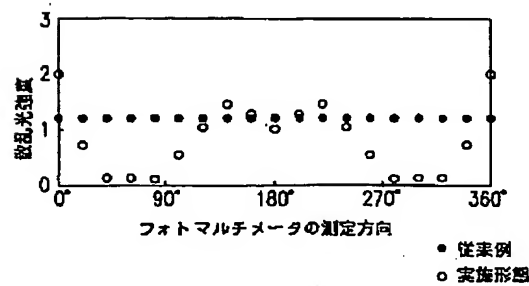


【図35】

実施形態9

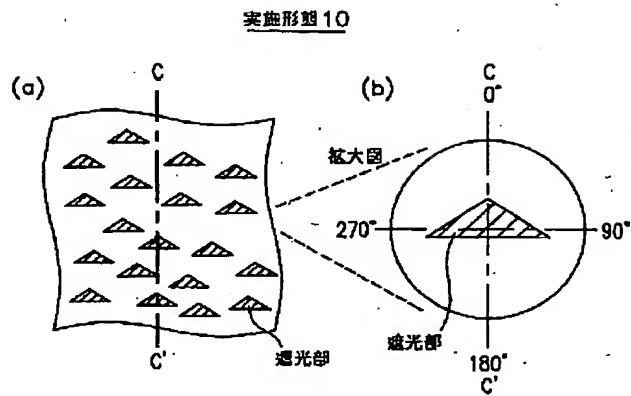


【図36】

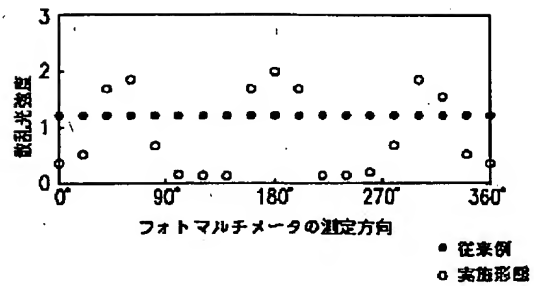


(26)

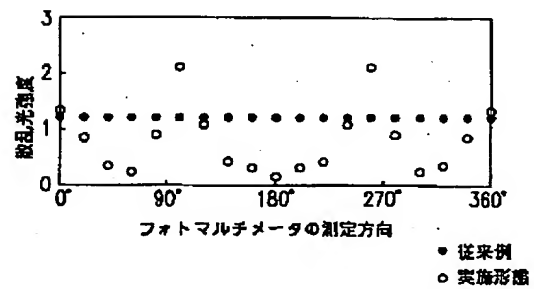
【図37】



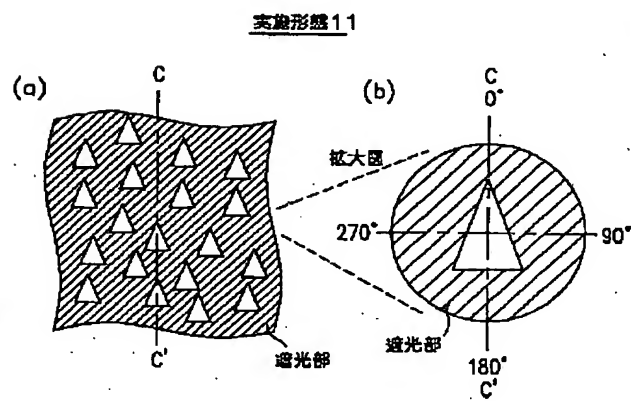
【図38】



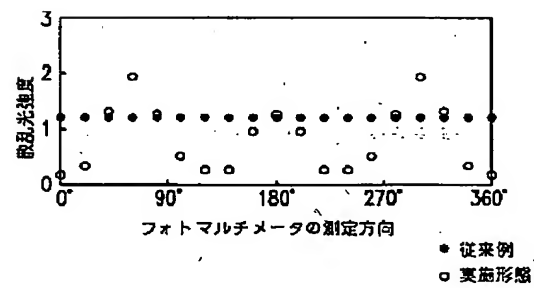
【図40】



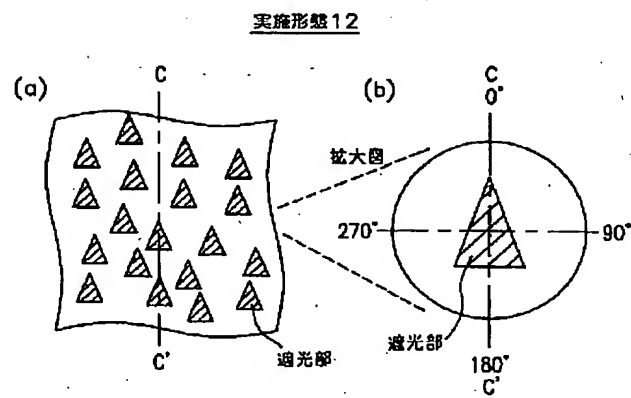
【図39】



【図42】

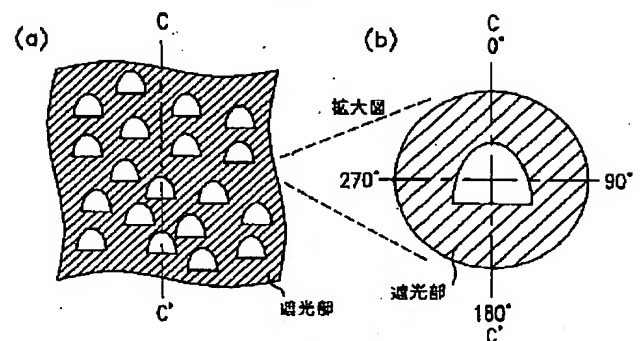


【図41】



【図43】

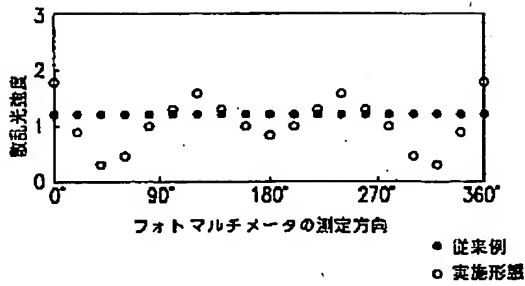
実施形態13



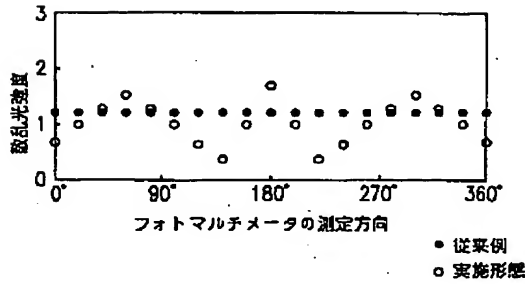


(27)

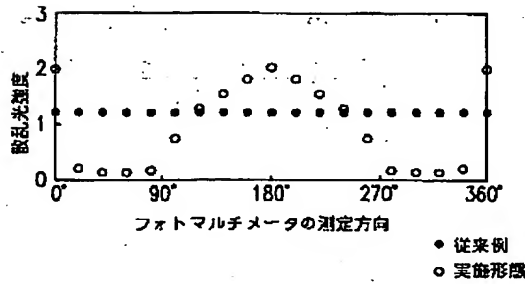
【図44】



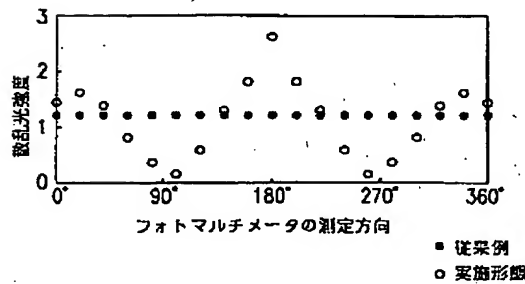
【図46】



【図48】

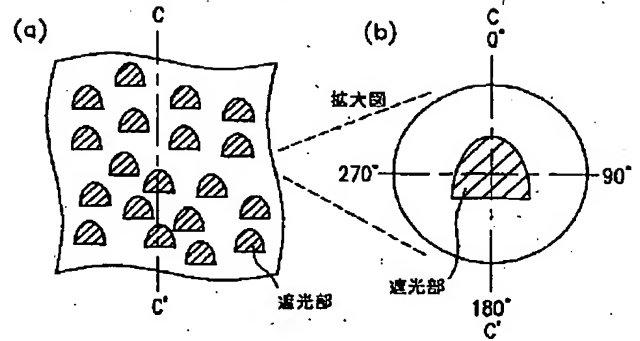


【図50】



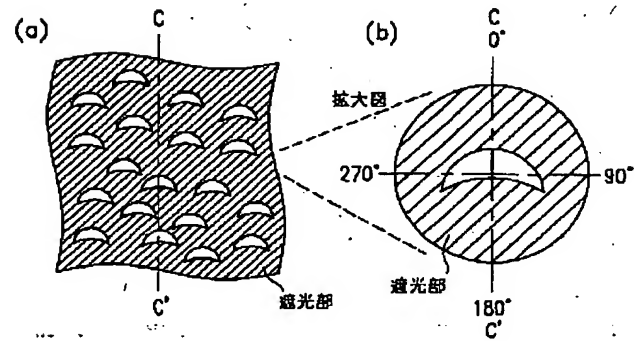
【図45】

実施形態14



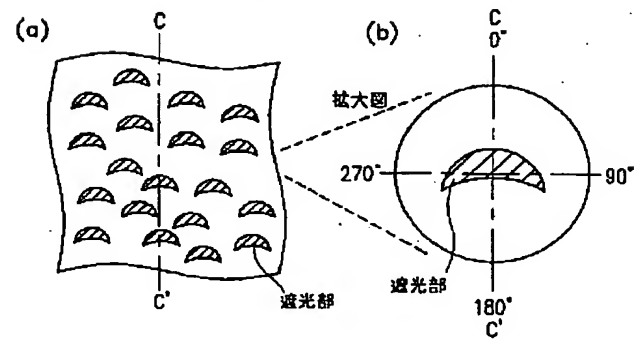
【図47】

実施形態15



【図49】

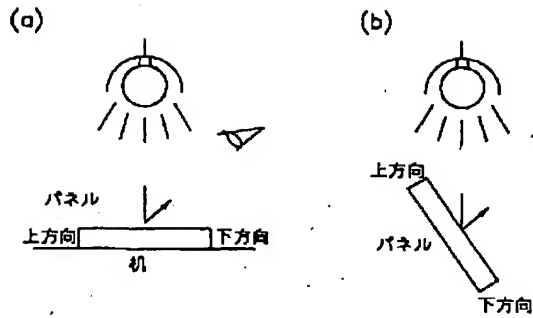
実施形態16



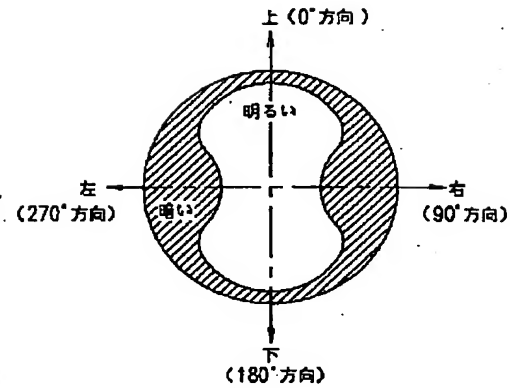
(28)

【図51】

実施形態17

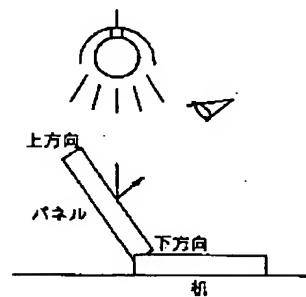


【図52】

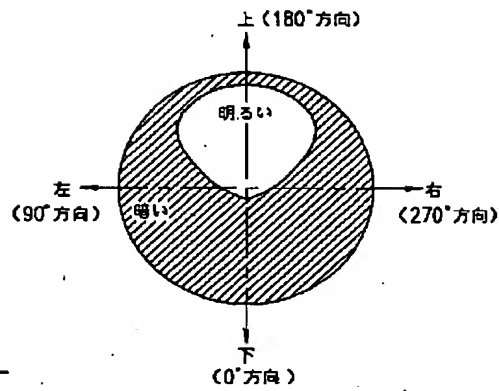


【図53】

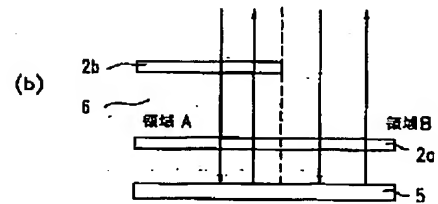
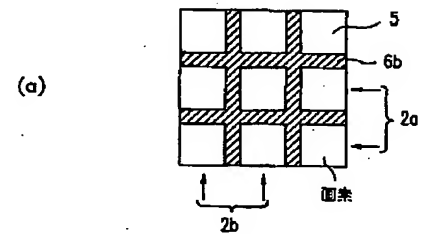
実施形態18



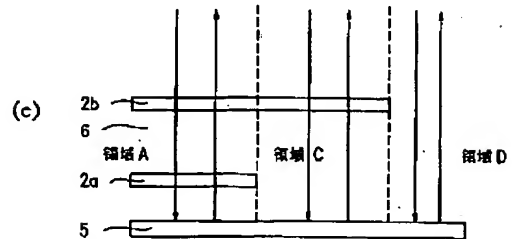
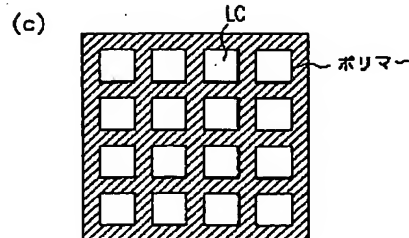
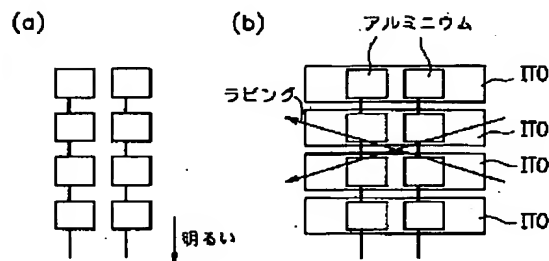
【図54】



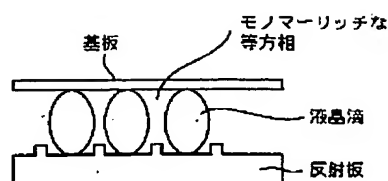
【図56】



【図58】

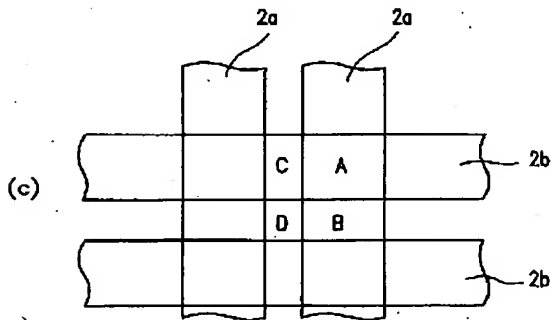
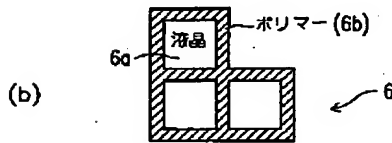
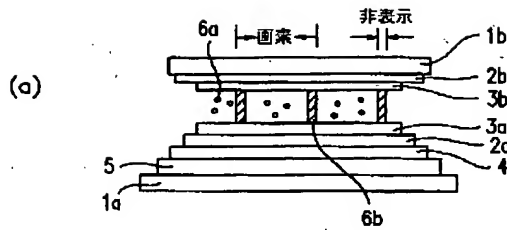


【図60】

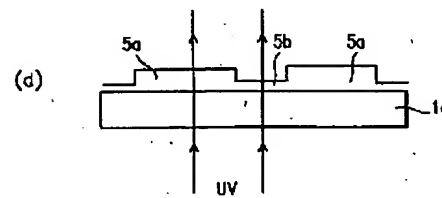
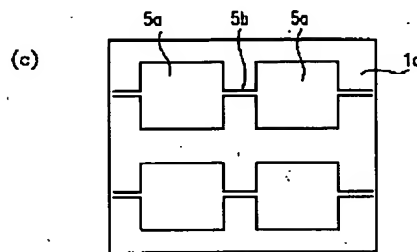
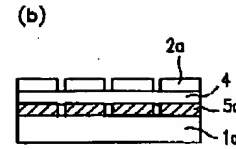
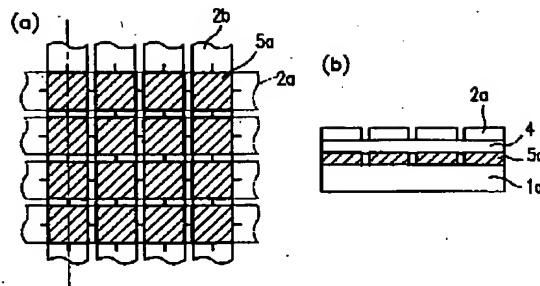


(29)

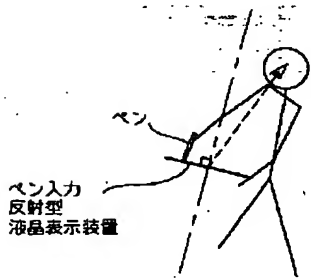
【図55】



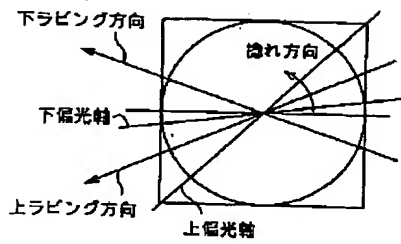
【図57】



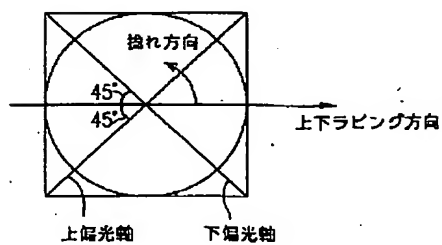
【図59】



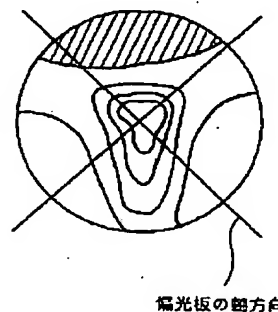
【図62】



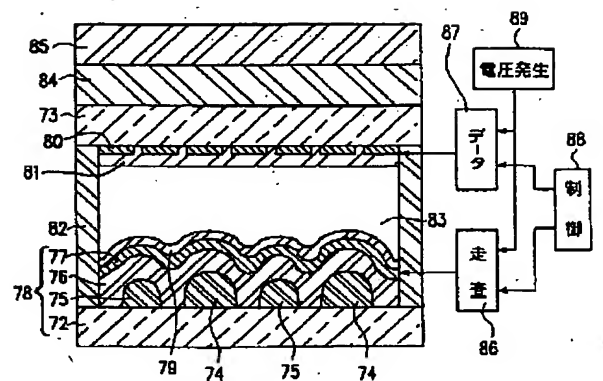
【図66】



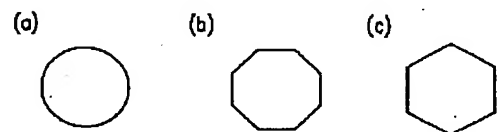
【図71】



【図63】

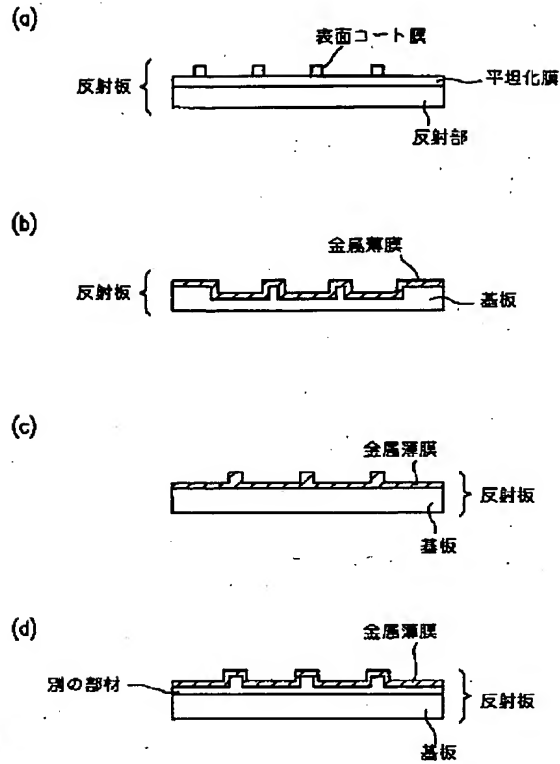


【図72】

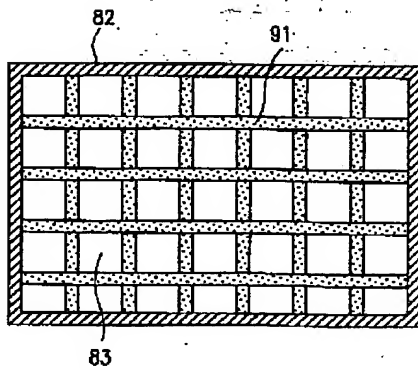


(30)

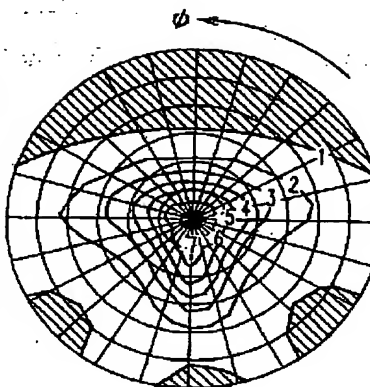
【図61】



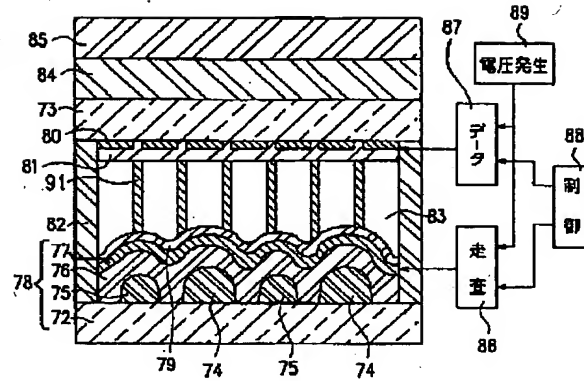
【図65】



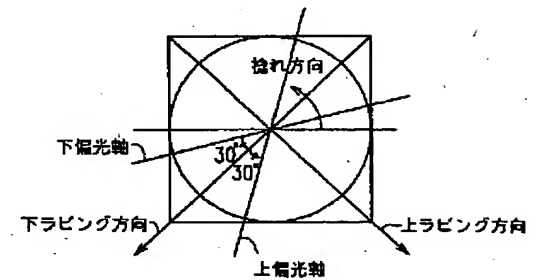
【図67】



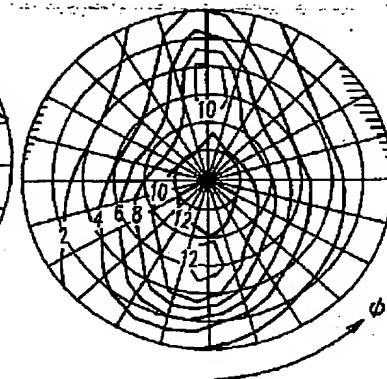
【図64】



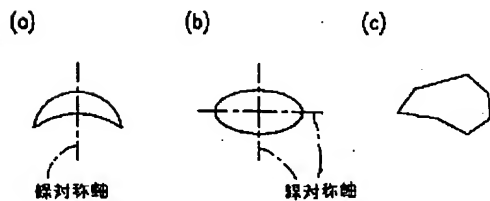
【図68】



【図69】

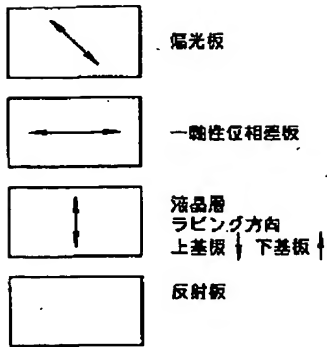


【図73】

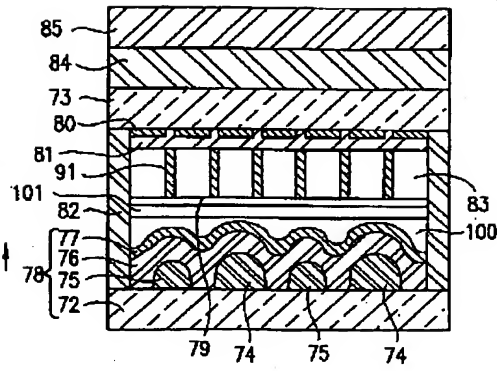


(31)

【図70】



【図74】



【図75】

